

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра ремонта тракторов, автомобилей
и сельскохозяйственных машин

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Рекомендовано

*Учебно-методическим объединением
по образованию в области сельского хозяйства
в качестве лабораторного практикума
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальностям*

*1-74 06 01 «Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного
производства», 1-74 06 03 «Ремонтно-обслуживающее производство
в сельском хозяйстве», 1-74 06 06 «Материально-техническое
обеспечение агропромышленного комплекса»*

Минск
БГАТУ
2012

УДК 631.3.01(07)
ББК 40.72я7
Т38

Составители:

кандидат технических наук, доцент *Г. И. Анискович*,
кандидат технических наук, профессор *В. П. Миклуш*,
кандидат технических наук, доцент *В. А. Лойко*,
кандидат технических наук, доцент *В. В. Мирутко*,
кандидат технических наук, доцент *В. А. Протасевич*,
кандидат технических наук, доцент *Г. Ф. Бетенья*

Рецензенты:

первый заместитель генерального директора РО «Белагросервис»
Л. Я. Дрозд;
профессор кафедры технической эксплуатации автомобилей БНТУ,
доктор технических наук, профессор *В. К. Ярошевич*

Технологические процессы восстановления деталей :
Т38 лабораторный практикум / сост. : Г. И. Анискович [и др.]. –
Минск : БГАТУ, 2012. – 248 с.
ISBN 978-985-519-466-9.

В лабораторном практикуме приведены методические и справочные материалы для выполнения лабораторных работ по дисциплинам «Технология ремонтно-обслуживающего производства» и «Надежность и ремонт сельскохозяйственной техники», даны вопросы для самоконтроля знаний, порядок выполнения лабораторных работ, состав и формы отчета по выполненным лабораторным работам, рекомендована дополнительная литература.

Предназначен для студентов специальностей: 1-74 06 01 «Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства», 1-74 06 03 «Ремонтно-обслуживающее производство в сельском хозяйстве», 1-74 06 06 «Материально-техническое обеспечение агропромышленного комплекса».

УДК 631.3.01(07)
ББК 40.72я7

ISBN 978-985-519-466-9

© БГАТУ, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5	5.3. Восстановление деталей машин наплавкой под слоем флюса.....	111
1. ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ	7	5.4. Восстановление деталей машин механизированной вибродуговой наплавкой	124
1.1. Восстановление коленчатых валов методом ремонтных размеров	7	5.5. Восстановление деталей машин сваркой и наплавкой в среде углекислого газа и в защитных газовых смесях.....	144
1.2. Восстановление распределительных валов методом ремонтных размеров	20	6. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ГАЗОТЕРМИЧЕСКИМ НАПЫЛЕНИЕМ.....	165
2. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВНУТРЕННИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ.....	32	7. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	187
2.1. Восстановление посадочных мест коренных подшипников коленчатого вала в блоке цилиндров двигателя методом ремонтных размеров	32	7.1. Применение полимерных материалов при ремонте деталей машин	187
2.2. Восстановление гильз цилиндров автотракторных двигателей методом ремонтных размеров	42	7.2. Применение анаэробных материалов и синтетических клеев при ремонте машин.....	203
2.2.1. Растачивание гильз цилиндров двигателя	42	7.3. Применение защитных полимерных покрытий при ремонте машин	219
2.2.2. Хонингование гильз цилиндров двигателей	55	8. ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ БЫСТРОИЗНАШИВАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН	235
3. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗНОШЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ СПОСОБОМ УСТАНОВКИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ РЕМОНТНОЙ ДЕТАЛИ (ДРД)	68	ЛИТЕРАТУРА	245
4. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ.....	79		
5. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН СПОСОБАМИ СВАРКИ И НАПЛАВКИ.....	85		
5.1. Восстановление деталей машин из чугуна сваркой	85		
5.2. Восстановление деталей машин из алюминия и его сплавов сваркой	98		

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий практикум содержит лабораторные работы, в ходе выполнения которых студенты закрепляют и углубляют теоретические знания и получают практические навыки по восстановлению деталей машин.

В каждой лабораторной работе предусматриваются разделы:

- цель и задачи работы;
- задание на выполнение работы;
- оснащение рабочего места;
- техника безопасности;
- общие сведения с основными теоретическими положениями;
- порядок выполнения работы;
- требования к отчету;
- контрольные вопросы.

Выполнение каждой лабораторной работы состоит из следующих самостоятельных этапов, тесно связанных между собой:

- домашняя самостоятельная подготовка;
- проверка преподавателем готовности студентов к выполнению лабораторной работы (путем проведения опроса, тестового контроля);
- изучение органов управления оборудованием и правил техники безопасности;
- проверка комплектности рабочих мест;
- выполнение работы в требуемом порядке (дополнение исходных данных, разработка операций, проведение расчетов, выполнение схем, эскизов, графиков, заполнение таблиц);
- организационно-техническое обслуживание рабочего места, оформление отчета и защита результатов работы.

В объем самостоятельной работы при подготовке к лабораторной работе входит подготовка исходных данных, расчетных формул, эскизов, таблиц для очередной работы, проработка конспектов, настоящего лабораторного практикума и соответствующей дополнительной литературы. Объем и порядок самостоятельной работы

студентов устанавливает преподаватель на предыдущем занятии. В зависимости от конкретных условий могут быть приняты и другие организационные решения проведения работ.

К выполнению лабораторных работ студенты допускаются только после усвоения ими правил техники безопасности, что подтверждается росписью студента в журнале инструктажа по технике безопасности.

1. ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

1.1. ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ МЕТОДОМ РЕМОНТНЫХ РАЗМЕРОВ

Цель и задачи работы

Цель работы – закрепить теоретические знания и получить практические навыки в области восстановления коленчатых валов методом ремонтных размеров.

Студент должен знать условия работы коленчатых валов, виды изнашивания и характерные дефекты, а также методы их выявления и способы устранения дефектов.

Студент должен уметь проектировать технологический процесс восстановления коленчатых валов автотракторных двигателей методом ремонтных размеров.

Задание на выполнение работы

Изучить технологию и оборудование для восстановления коленчатых валов.

Произвести дефектацию коленчатого вала.

Разработать технологический процесс восстановления коленчатого вала.

Приобрести практические навыки по восстановлению коленчатого вала методом ремонтных размеров.

Оформить отчет о лабораторной работе.

Оснащение рабочего места

1. Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А.
2. Шлифовальный станок 3А423.
3. Индикатор часового типа ИЧ-10 кл. 1.

4. Штатив универсальный для индикатора Ш-УН-8.
5. Микрометры МК75, МК100 ГОСТ 6507–85.
6. Штангенрейсмус 40-500.
7. Вибрационная ленточная полировальная установка ВЛПУ-5.
8. Калибры для контроля радиусов галтелей.
9. Эталоны шероховатости поверхности ГОСТ 9378–75.
10. Набор гаечных и патронных ключей.
11. Коленчатые валы двигателей Д-240 или Д-260.
12. Подставка для коленчатых валов.
13. Материал обтирочный.
14. Плакаты.

Техника безопасности

К выполнению лабораторной работы допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности с росписью в журнале.

Находящиеся в лаборатории должны соблюдать правила внутреннего распорядка университета. В лаборатории запрещается хранить легковоспламеняющиеся вещества, курить. Запрещается производить перестановку оборудования, мебели, выносить из лаборатории что-либо.

Обучающиеся в лаборатории обеспечиваются спецодеждой и другими средствами индивидуальной защиты.

Всем обучающимся запрещается заниматься действиями, непосредственно не связанными с выполнением лабораторной работы, включать станок.

Опасными факторами являются незакрепленные детали, вращающиеся детали и шлифовальный круг.

В случае обнаружения неисправности оборудования, приспособлений и инструмента немедленно доложить о случившемся преподавателю, ведущему занятия, и учебному мастеру.

Необходимо осмотреть оборудование, оснастку, инструмент. В случае обнаружения неисправностей необходимо их устранить.

Проверить наличие заземления станка и надежность подключения к заземляющему контуру. На шлифовальном круге не должно быть трещин, выбоин и других дефектов. Необходимо проверить, чтобы коленчатый вал, центросместители, контргрузы, а также передняя и задняя бабки на столе были надежно закреплены. Перед включением станка необходимо провернуть коленчатый вал от руки и убедиться, что вал не задевает абразивного круга.

Перед работой на станке необходимо: застегнуть рукава одежды; убрать концы галстука, косынки; волосы должны быть под головным убором.

Помещение лаборатории и находящееся в ней оборудование должны содержаться в чистоте и порядке.

Запрещается производить замеры во время работы станка, пользоваться неисправным инструментом.

Запрещается переключать рукоятки станка во время работы.

Шлифовальный круг необходимо плавно подводить к детали. Запрещается стоять в плоскости вращения круга.

При наблюдении за настройкой станка члены учебной группы должны размещаться справа от работающего учебного мастера или студента.

Рабочее место должно обеспечивать безопасность выполнения работ.

В случае нарушения установленного режима работы станка, поломки инструмента немедленно отключить станок от сети.

В случае возникновения пожара вывести людей в безопасное место, подручными средствами ликвидировать очаг огня и при необходимости вызвать пожарную команду по тел. 101.

Получившим травму оказать первую медицинскую помощь, а при необходимости вызвать скорую помощь по тел. 103.

После выполнения работы отключить станок, очистить станок от стружки, удалить обтирочные материалы, смазать рабочие поверхности станка, сдать мерительный инструмент учебному мастеру.

Сдать рабочее место учебному мастеру.

Выключить главный рубильник.

Общие сведения

Коленчатые валы автотракторных двигателей изготавливаются в основном из конструкционных сталей «Select», 40X, 45, 50, 50Г и высокопрочных чугунов. Шейки стальных коленчатых валов подвергаются высокочастотной закалке до твердости 52–62 HRC, чугуновых – до 40–65 HRC. Глубина закаленного слоя шеек коленчатых валов различных марок двигателей находится в пределах от 2,6 до 6,5 мм. Шероховатость поверхности шеек $R_a - 0,16-0,32$ мкм.

В процессе эксплуатации у коленчатых валов возможно появление следующих дефектов:

- износ коренных и шатунных шеек: овальность, конусность, задиры, риски и вмятины, трещины на шейках;
- износ посадочных мест под распределительную шестерню, шкив и маховик;
- износ маслосгонной резьбы;
- износ и разбивка шпоночных пазов;
- износ посадочного места наружного кольца подшипника в торце вала;
- износ отверстий под штифты крепления маховика;
- срыв более двух ниток и износ резьбы;
- торцовое биение фланца маховика;
- изгиб вала;
- трещины на щеках.

Выбраковочными признаками коленчатых валов являются: износ шеек до предельного размера, наличие кольцевых трещин, трещин, выходящих на галтель, трещин глубиной более 4 мм, усталостных разрушений.

Коленчатый вал двигателя – одна из основных деталей, определяющая вместе с другими деталями шатунно-поршневой группы ресурс двигателя в целом. Срок службы коленчатого вала зависит от двух независимо действующих факторов: сопротивления усталости и износостойкости. В процессе эксплуатации двигателя в результате неравномерности износа, кратковременных перегрузок, смещения опор блока из-за старения металла и ряда других причин возникают ситуации, при которых вал работает в условиях перегрузок. При этом в структуре металла накапливаются усталостные повреждения в наиболее напряженных зонах детали, приводящие, в конечном итоге, к поломке коленчатого вала.

Зоны накопления усталостных повреждений в коленчатых валах автомобильных и тракторных двигателей различны. В коленчатых валах автомобилей эти повреждения сосредотачиваются в центральной части шеек в зоне маслоподводящих отверстий, в коленчатых валах тракторов – в галтелях в зоне перехода их щеки вала.

Изношенные коренные и шатунные шейки коленчатых валов могут быть восстановлены способом ремонтных размеров. Этот способ заключается в шлифовке изношенных шеек до установленного ремонтного размера с последующим суперфинишированием или полированием. Вкладыши заменяют новыми деталями, изготовленными под соответствующий ремонтный размер шеек коленчатого вала.

В процессе восстановления шеек коленчатого вала их размеры уменьшаются. Схема для расчета ближайшего ремонтного размера шеек коленчатого вала в процессе их восстановления показана на рис. 1.1. Ближайшие ремонтные размеры коренных и шатунных шеек коленчатого вала зависят от линейного износа (i) и припуска (b) на механическую обработку. Линейный износ устанавливается обмером шеек вала с помощью микрометра или одноконтактного мерительного инструмента. Припуск на шлифование должен способствовать получению правильной геометрической формы изношенных шеек после механической обработки, удалению следов износа на их рабочей поверхности; минимальная величина припуска должна находиться в пределах 0,03–0,05 мм.

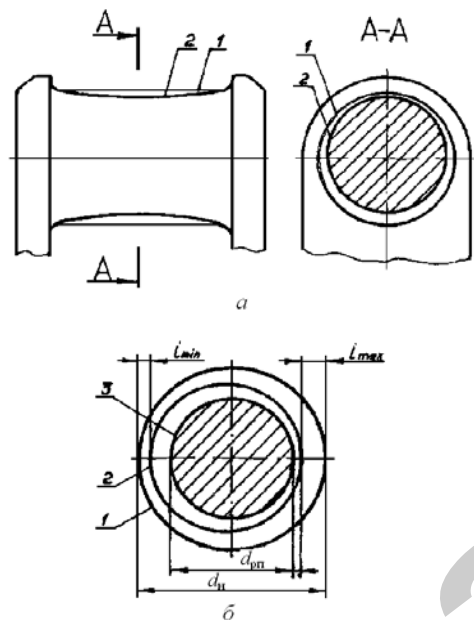


Рис. 1.1. Шейка коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания:
 а – характер износа: 1 – исходный профиль; 2 – изношенный;
 б – схема для определения ремонтного размера: 1 – исходный диаметр;
 2 – изношенный; 3 – ремонтный

Ближайший ремонтный размер шеек вала можно определить по одной из следующих формул:

$$d_{р1} = d_n - 2(ki + b), \quad (1.1)$$

$$d_{рп} = d_{р(n-1)} - 2(ki + b), \quad (1.2)$$

где $d_{р1}$ – ремонтный размер, мм;
 d_n – номинальный размер шейки, мм;
 $d_{рп}$ – последний ремонтный размер шейки, мм;
 i – величина износа шейки, мм;
 b – припуск на механическую обработку шейки на сторону (0,03–0,05), мм;
 k – коэффициент неравномерности износа шейки по окружности, $k = 0,8$.

Перед механической обработкой шеек коленчатого вала притупляют острые кромки у отверстий масляных каналов. Это выполняется шлифовальными кругами конусной формы или зенковками, закрепленными в электродрели.

В коленчатых валах должны быть выдержаны следующие координационно-кинематические размеры:

- соосность коренных шеек;
- концентричность других цилиндрических поверхностей к цилиндрическим поверхностям коренных шеек, расположенных на одной геометрической оси с ними;
- перпендикулярность торца фланца геометрической оси коренных шеек вала;
- постоянство радиуса кривошипа;
- соосность парных шатунных шеек;
- параллельность геометрических осей коренных и шатунных шеек, а также их расположение в одной плоскости.

Соблюдение перечисленных размеров и требований во многом зависит от правильности базирований коленчатого вала при его восстановлении.

Известно, что при восстановлении деталей рекомендуется использовать те же установочные базы, которые применялись при изготовлении. Однако, учитывая специфику технологии изготовления, для коленчатых валов это условие не всегда удается выполнить. Так, например, центровые отверстия, являющиеся установочными базами при обработке коренных шеек, удаляются на заводах-изготовителях для целого ряда коленчатых валов при сверлении отверстий под храповик и подшипник направляющего конца ведущего вала коробки передач.

Для коленчатых валов, в случае отсутствия центровых отверстий, установочными базами могут служить шейки под ступицу

шкива или распределительную шестерню и цилиндрическая поверхность фланца крепления маховика. Если эти базы имеют дефекты, последние необходимо устранить.

Первоначально рекомендуется шлифовать шатунные шейки (средние, а затем крайние), так как после их механической обработки из-за перераспределения внутренних напряжений нарушается соосность коренных шеек. После обработки шатунных шлифуют коренные шейки. Все одноименные шейки коленчатого вала после шлифования должны иметь ремонтный размер одной категории.

Рекомендуется выполнять черновое и чистовое шлифование шеек, соблюдая режимы:

– окружная скорость шлифовального круга при черновом и чистовом шлифовании – 26–30 м/с;

– окружная скорость детали при черновом шлифовании 12–15 м/мин, при чистовом – 15–25 м/мин;

– поперечная подача при врезном черновом шлифовании 0,02–0,07 мм/об., при врезном чистовом – 0,005–0,010 мм/об.;

– продольная подача в долях ширины круга на один оборот детали при черновом шлифовании – 0,3–0,7 и при чистовом – 0,2–0,3.

Шлифование шеек должно вестись при обильном охлаждении эмульсией. В качестве нее может применяться 1–2 % водный раствор эмульсола.

Для шлифования стальных валов рекомендуется применять шлифовальные круги из белого электрокорунда со степенью твердости СТ2–С2, чугунные валы рекомендуют шлифовать кругами из карбида кремния черного, степень твердости которых СМ2–С2.

Размер шеек вала контролируется, как правило, микрометрами на остановленном станке или с использованием специального приспособления, позволяющего производить промер шеек автоматически, не прерывая работы станка. Применение таких приспособлений сокращает брак по размерам шеек вала и повышает производительность труда. Овальность и конусность шатунных и коренных шеек коленчатого вала после шлифования не должны превышать 0,010 мм. Шероховатость поверхности после шлифования должна соответствовать 1,25–0,63 мкм.

Справочные данные о коленчатых валах двигателя Д-240

Материал детали – сталь 45.

Твердость поверхности шатунных и коренных шеек – 50–62 НRC.

Термообработка шатунных и коренных шеек – высокочастотная закалка.

Глубина закаленного слоя – 2,5–3 мм.

Шероховатость обработанной поверхности шеек после шлифования $Ra = 1,25\text{--}0,63$ мкм.

Шероховатость обработанной поверхности после полирования $Ra = 0,16\text{--}0,32$ мкм.

Овальность и конусность шатунных и коренных шеек после окончательной механической обработки не должны превышать 0,010 мм.

Радиус кривошипа вала – $62,5 \pm 0,04$ мм.

Радиус галтелей шатунных и коренных шеек равен $4,0^{+0,2}_{-0,5}$.

Справочные данные о коленчатых валах двигателя Д-260

Материал детали – сталь 40Х2АФЕ (ТУ14-1-2710-79).

Твердость поверхности шатунных и коренных шеек – 53–63 НRC.

Термообработка шатунных и коренных шеек – высокочастотная закалка.

Глубина закаленного слоя – не менее 2 мм.

Шероховатость обработанной поверхности шеек после шлифования $Ra = 1,25\text{--}0,63$ мкм.

Шероховатость обработанной поверхности шеек после полирования $Ra = 0,16\text{--}0,32$ мкм.

Овальность и конусность шатунных и коренных шеек после окончательной механической обработки не должны превышать 0,005 мм.

Радиус кривошипа вала – $62,5 \pm 0,04$ мм.

Радиус галтелей шатунных и коренных шеек равен $4,0^{+0,2}_{-0,5}$.

Номинальные размеры шеек:

– коренных: 1Н – $85,25^{+0,095}_{-0,104}$;

2Н – $85,00^{+0,095}_{-0,104}$;

– шатунных: 1Н – $73,00^{+0,100}_{-0,119}$;

2Н – $72,75^{+0,100}_{-0,119}$.

Нормирование технологического процесса восстановления

Техническая норма времени на выполнение операции рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_d + \frac{T_{пз}}{N}, \quad (1.3)$$

где $T_{шт}$ – штучное калькуляционное время, мин;

T_o – основное время, мин;

T_b – вспомогательное время, мин;

T_d – дополнительное время, мин;

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

N – количество обрабатываемых деталей в партии, шт.

Основное время на шлифование врезанием шеек коленчатого вала определяется по формуле:

$$T_o = \frac{tk}{nS_n}, \quad (1.4)$$

где t – припуск на обработку, мм;

k – коэффициент, учитывающий выглаживание, $k = 1,8-2,0$;

n – частота вращения детали, мин^{-1} ;

S_n – поперечная подача шлифовального круга, мм/об.

Основное время при шлифовании на проход:

$$T_o = \frac{Li}{nS_{пр}}, \quad (1.5)$$

где L – ширина шейки, мм;

i – количество проходов, $i = \frac{t}{S_n}$;

$S_{пр}$ – продольная подача, в долях ширины круга на один оборот детали.

Порядок выполнения работы

Изучить требования по технике безопасности.

Ознакомиться с оборудованием рабочего места.

Согласно техническим требованиям на капитальный ремонт произвести дефектацию коленчатого вала. Замерить диаметр шатунных и коренных шеек коленчатого вала и сравнить с нормативными данными. Рассчитать ближайший ремонтный размер шеек по формуле (1.1) или (1.2).

Ознакомиться с приспособлениями, инструментом и оборудованием рабочего места.

Назначить режимы шлифования.

Произвести наладку станка и шлифование шатунных или коренных шеек (согласно заданию преподавателя).

Для шлифования шатунных шеек коленчатого вала необходимо:

– установить на планшайбы передней и задней бабок центросместители с балансировочными грузами;

– перемещением центросместителей установить их по масштабным линейкам, прикрепленным к планшайбам на деление, соответствующее радиусу кривошипа;

– застопорить планшайбы передней и задней бабок фиксаторами, когда балансировочные грузы находятся в нижнем положении;

– установить шлифуемый коленчатый вал в патроны центросместителей так, чтобы шатунные шейки находились в плоскости, перпендикулярной к верхней поверхности стола, и слегка закрепить его в патронах (коленчатый вал должен поворачиваться в патронах от руки);

– произвести предварительную проверку установки коленчатого вала в горизонтальной плоскости: установить на стол станка, под одну из шлифуемых шатунных шеек, установочное приспособление и, прижав одной рукой основание приспособления к верхней и боковой поверхностям верхнего стола, другой рукой поднять рукояткой штангу с призмой до упора снизу со шлифуемой шейкой. Добиться, поворачивая коленчатый вал в патронах, чтобы губки призмы прилегли к поверхности шатунной шейки без просвета (при этом ось подлежащих шлифованию шатунных шеек должна находиться в плоскости, перпендикулярной поверхности верхнего стола и проходящей через ось вращения центросместителей), после чего закрепить вал в патронах;

– произвести предварительную проверку установки коленчатого вала в вертикальной плоскости: установить поочередно на стол станка под шлифуемую шатунную шейку установочное приспособление, прижать его основание к верхней поверхности верхнего стола, в призму к поверхности шейки и, при необходимости, выполнить регулировку положения вала в вертикальной плоскости (губки призмы должны прилегать к поверхности шлифуемых шеек без просвета) при помощи винтов перемещения центросместителей (при этом ось подлежащих шлифованию шатунных шеек должна быть параллельной направляющим верхнего стола);

– переместить верхний стол в продольном направлении, чтобы шлифуемая шейка находилась в плоскости шлифовального круга;

– произвести окончательную проверку установки коленчатого вала индикатором и при необходимости отрегулировать положение шлифуемых шеек относительно оси вращения в горизонтальной плоскости, для чего: при зафиксированных планшайбах подвести ножку индикаторной головки к поверхности шатунной шейки сбоку на уровне ее оси вращения; вывести фиксаторы, от руки повернуть планшайбы с центросместителями и валом на 180°, снова их зафиксировать, сравнивая показания индикатора при обоих положениях вала, определить величину смещения шейки относительно оси вращения и, если необходимо, произвести регулировку (допускается отклонение не более 0,05–0,06 мм);

– произвести статическую балансировку планшайб и патронов совместно с установленным коленчатым валом при отсоединенном шпинделе от звездочки (балансировка производится грузами, перемещаемыми на планшайбах);

– установить на станину станка люнет и закрепить его против шейки, подлежащей шлифованию;

– подвести к шлифуемой шейке шлифовальный круг, повернуть вал от руки и убедиться, что вал не задевает шлифовального круга;

– включить электродвигатели передней бабки и шлифовального круга. Подвести шлифовальный круг до соприкосновения с шейкой вала и одной из галтелей, подать охлаждающую жидкость. Вращением маховичка поперечной подачи шлифовальной бабки медленно произвести врезание круга до получения сплошной цилиндрической поверхности, а затем до размера вала, оставив припуск на чистовую обработку 0,03–0,05 мм на сторону (при шлифовании поджать люнетом шейку на обрабатываемом участке);

– отвести шлифовальный круг от вала, переместить продольной подачей против необработанной поверхности и до соприкосновения с другой галтелью и опять произвести врезание круга на ту же глубину. Затем произвести врезание круга на полную глубину (0,03–0,05 мм) до получения ремонтного размера у одной галтели шейки и продольным перемещением стола прошлифовать всю шейку, а затем обратным ходом стола без врезания круга окончательно произвести доводку поверхности шейки. При окончательной доводке шейки торцом круга коснуться выступов щек для устранения следов износа на этих поверхностях;

– отвести шлифовальную бабку в крайнее заднее положение, выключить станок и произвести контроль размера, шероховатости, овальности и конусности шейки после шлифования, радиуса галтелей и кривошипа.

Для шлифования коренных шеек коленчатого вала необходимо:

– снять с планшайб передней и задней бабок центросместители;

– разъединить планшайбу передней бабки со шпинделем, вывернув во фланце шпинделя 3 болта;

– закрепить шпиндель передней бабки, завернув с тыльной стороны передней бабки стопорный болт;

– соединить планшайбу передней бабки с ведомой звездочкой, ввернув в отверстие планшайбы и звездочки два болта (одним из этих болтов одновременно крепится на планшайбе поводок);

– вставить в отверстие шпинделя передней бабки и пиноли задней бабки упорные центры;

– закрепить заднюю бабку станка на столе так, чтобы при поджатой пиноли можно было в центрах установить подлежащий шлифованию коленчатый вал;

– смазать центровые отверстия коленчатого вала, закрепить на шейке вала под распределительную шестерню хомутик;

– поджать пиноль задней бабки рукояткой, установить шлифуемый коленчатый вал в центрах и застопорить пиноль в шпинделе;

– отрегулировать положение поводка на планшайбе так, чтобы его палец захватывал при вращении выступ на хомутике;

– произвести шлифование коренных шеек до установленного ремонтного размера;

– отвести шлифовальную бабку в крайнее заднее положение, выключить станок и произвести контроль размера, шероховатости, овальности, конусности и радиуса галтелей прошлифованных шеек.

Произвести полирование шеек, используя установку ВЛПУ-5.

Включить привод вращения коленчатого вала.

Подвести абразивную ленту к поверхности шейки, включить электродвигатель установки ВЛПУ-5 и в течение 10–20 с производить обработку шейки.

После полировки шейки консоль установки ВЛПУ-5 с абразивной лентой отвести от шейки, остановить станок и проконтролировать шероховатость обработанной поверхности детали.

Снять коленчатый вал со станка.

Оформить отчет и сдать преподавателю.

Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать: наименование и цель лабораторной работы, анализ конструкции, условий работы и дефектов предполагаемой к восстановлению детали, технологический процесс восстановления шеек коленчатого вала, требования к технологическому процессу и технологические режимы выполнения операций, выводы.

Анализ конструкции, условий работы и дефектов должен включать следующие сведения:

- наименование детали;
- материал;
- масса;
- твердость;
- условия работы;
- дефекты;
- эскиз детали с указанием габаритов и местонахождения дефектов.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные дефекты коленчатых валов и способы их выявления.
2. Как определяется необходимый ремонтный размер шейки?
3. Как осуществляется базирование коленчатого вала при шлифовании шатунных и коренных шеек?
4. Какие координационно-кинематические размеры необходимо соблюдать при восстановлении коленчатых валов методом ремонтных размеров?
5. Какие операции включает технологический процесс восстановления коленчатого вала?
6. Изложите последовательность настройки станка 3А423 на шлифование шатунных шеек.
7. Изложите последовательность настройки станка 3А423 на шлифование коренных шеек.
8. Изложите требования по технике безопасности при работе на шлифовальных станках.

1.2. ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ВАЛОВ МЕТОДОМ РЕМОНТНЫХ РАЗМЕРОВ

Цель и задачи работы

Цель работы – закрепить теоретические знания и получить практические навыки в области восстановления распределительных валов методом ремонтных размеров.

Студент должен знать условия работы распределительных валов, виды изнашивания, характерные дефекты и методы их выявления, способы устранения дефектов; устройство шлифовального станка 3А433, устройство и наладку технологической оснастки для шлифования кулачков распределительного вала.

Студент должен уметь проектировать технологический процесс восстановления распределительных валов методом ремонтных размеров.

Задание на выполнение работы

Изучить технологию и оборудование для восстановления распределительных валов.

Произвести дефектацию распределительного вала.

Разработать технологический процесс восстановления распределительного вала.

Приобрести практические навыки по восстановлению распределительного вала методом ремонтных размеров.

Оформить отчет о лабораторной работе.

Оснащение рабочего места

1. Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А.
2. Шлифовальный станок 3А433.
3. Плита поверочная 2-2-1000×630.
4. Призмы поверочные П-2-І.
5. Индикатор часового типа ИЧ-10 кл. 1.
6. Штатив универсальный для индикатора Ш-УН-8.
7. Центры для контроля распределительного вала.
8. Штангенциркуль ШЦ-1-125-01 ГОСТ 166–80.

9. Микрометры МК25, МК50 ГОСТ 6507–85.
10. Шаблоны КИ-4921.
11. Эталоны шероховатости ГОСТ 9378–75.
12. Блок копиров для шлифования кулачков распределительных валов двигателя Д-240.
13. Специальное делительное приспособление.
14. Набор гаечных ключей.
15. Распределительные валы двигателей Д-240.
16. Подставка для распределительных валов.
17. Материал обтирочный.
18. Плакаты.

Техника безопасности

К выполнению лабораторной работы допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности с росписью в журнале.

Находящиеся в лаборатории должны соблюдать правила внутреннего распорядка университета. В лаборатории запрещается хранить легковоспламеняющиеся вещества, курить. Запрещается производить перестановку оборудования, мебели, выносить из лаборатории что-либо.

Обучающиеся в лаборатории обеспечиваются спецодеждой и другими средствами индивидуальной защиты.

Всем обучающимся запрещается заниматься действиями, непосредственно не связанными с выполнением лабораторной работы, включать станок.

Опасными факторами являются незакрепленные детали, вращающиеся детали и шлифовальный круг.

В случае обнаружения неисправности оборудования, приспособлений и инструмента немедленно доложить о случившемся преподавателю, ведущему занятия, и учебному мастеру.

Необходимо осмотреть оборудование, оснастку, инструмент. В случае обнаружения неисправностей необходимо их устранить.

Проверить наличие и надежность заземления станка. На шлифовальном круге не должно быть трещин, выбоин и других дефектов. Необходимо проверить, чтобы передняя и задняя бабки на столе были надежно закреплены. Перед началом работы при шлифовании кулачков необходимо соответствующий копир ввести в соприкосновение с обкаточным роликом и повернуть вал от руки и убедиться, что вал не задевает абразивного круга.

Перед работой на станке необходимо: застегнуть рукава одежды; убрать концы галстука, косынки; волосы должны быть под головным убором.

Помещение лаборатории и находящееся в ней оборудование должны содержаться в чистоте и порядке.

Запрещается производить замеры во время работы станка, пользоваться неисправным инструментом.

Запрещается переключать рукоятки станка во время работы.

Шлифовальный круг необходимо плавно подводить к детали. Запрещается стоять в плоскости вращения круга.

При наблюдении за настройкой станка члены учебной группы должны размещаться справа от работающего учебного мастера или студента.

Рабочее место должно обеспечивать безопасность выполнения работ.

В случае нарушения установленного режима работы станка, поломки инструмента немедленно отключить станок от сети.

В случае возникновения пожара вывести людей в безопасное место, подручными средствами ликвидировать очаг огня и при необходимости вызвать пожарную команду по тел. 101.

Получившим травму оказать первую медицинскую помощь, а при необходимости вызвать скорую помощь по тел. 103.

После выполнения работы отключить станок, очистить станок от стружки, удалить обтирочные материалы, смазать рабочие поверхности станка, сдать мерительный инструмент учебному мастеру.

Сдать рабочее место учебному мастеру.

Выключить главный рубильник.

Общие сведения

Распределительные валы изготавливаются из стали 45 ГОСТ 1050–88. Твердость опорных шеек и кулачков должна быть не менее 50 HRC, шероховатость поверхности $Ra - 0,63-0,32$.

В процессе эксплуатации возможно появление ряда дефектов (табл. 1.1):

- повреждение резьбы;
- износ кулачков по высоте;
- отклонение от прямолинейности (изгиб) вала;
- износ опорных шеек;
- износ шейки под распределительное зубчатое колесо;
- износ шпоночного паза по ширине.

Таблица 1.1

Технические требования на капитальный ремонт вала распределительного
240-1006015А

Контролируемый дефект	Размеры, мм		Способы и средства контроля		Заключение
	по чертежу	допускаемые	Наименование	Обозначение или погрешность	
Повреждение резьбы	Вмятины, забоины, выкрашивания или срыв резьбы не допускаются		Осмотр	–	Болт браковать, отверстие ремонтировать
Износ кулачков по высоте	41,32±0,050	40,20	Скоба или штангенциркуль	8111-04020Д ШЦ-1-125-0,1	Ремонтировать
Отклонение от соосности (биение) средней шейки относительно крайних, не более	0,025	0,05	Плита поверочная. Призмы поверочные. Индикатор час. типа. Штатив универсальный для индикатора	2-2-100×630 11-21 ИЧ-10 кл. 1 111.11Н.8	Ремонтировать
Износ опорных шеек	50 ^{-0,050} _{-0,089}	49,88	Микрометр	МК 50-2	Ремонтировать
Износ шейки под распределительное зубчатое колесо (проверить при ослаблении посадки колеса)	32 ^{0,033} _{0,017}	32,00	Микрометр или скоба	МК 25-2 8111-03200Д	Ремонтировать
Износ шпоночного паза по ширине (проверить при ослаблении посадки шестерни)	6 ^{-0,012} _{-0,060}	6,02	Шаблоны	КИ-4921	Ремонтировать

Выбраковочным параметром при устранении износов опорных шеек является их диаметр. Изношенные опорные шейки, если износ их

не превышает предельной величины, восстанавливают механической обработкой – шлифованием. Перед обработкой проверяют и, если необходимо, устраняют прогиб вала на прессе двойной правкой. Опорные шейки шлифуют в центрах круглошлифовального станка 3А433. Овальность и конусность поверхности шеек после ремонта допускаются не более 0,03 мм, шероховатость поверхности – не более 0,63 мм.

Кулачки вала изнашиваются по высоте на рабочем участке профиля. В результате изменяются: высота подъема клапана и время нахождения в открытом состоянии. Их уменьшение приводит к снижению коэффициента наполнения цилиндра свежим воздухом, увеличению количества остаточных газов и вызывает падение мощности и экономичности движения. Кроме того, нарушается кинематика движения клапана, растут динамические нагрузки на клапаны и детали механизма привода, что интенсифицирует их изнашивание.

Выбраковочный параметр при ремонте кулачков – их высота от затылка до вершины. При износе кулачков по высоте до 0,3 мм их шлифуют на эквидистантный профиль по копиру.

При восстановлении изношенных опорных шеек кулачков распределительного вала способом ремонтных размеров исходя из предназначенности и конструктивных особенностей этих деталей требуется соблюсти ряд координационно-кинематических размеров. К их числу относятся:

- соосность всех опорных шеек;
- концентричность опорных шеек цилиндрической поверхности под распределительную шестерню;
- соосность опорных шеек, кулачков и эксцентрика;
- заданный чертежом профиль кулачков и эксцентрика;
- угол расположения кулачков относительно шпоночного паза для распределительной шестерни.

Первые три размера получают выбором центровых отверстий в качестве установочной базы и осуществлением механической обработки всех шеек с одной установки детали.

Для получения заданного чертежом профиля кулачков и эксцентрика при шлифовании на копировально-шлифовальном станке модели 3А433 (рис. 1.2) применяются блоки копиров. Для сохранения угла расположения кулачков относительно шпоночного паза или установочного штифта во фланце крепления распределительной шестерни используется специальное делительное приспособление (рис. 1.3). Оно состоит из делительной планшайбы (основания), делительного диска и установочного поводка. Делительная планшай-

ба неподвижно крепится на шпинделе с помощью шпоночного соединения и вместе с блоком копиров представляет собой жесткую систему. Делительный диск крепится на планшайбе шарнирно и может фиксироваться на ней с помощью защелки.

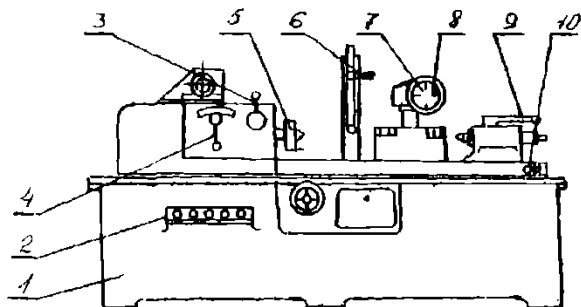


Рис. 1.2. Общий вид станка для шлифования распределительных валов 3А433:

1 – станина; 2 – пульт кнопочный; 3 – рукоятка отвода льюльки; 4 – рукоятка перевода опорного ролика копира; 5 – делительное приспособление; 6 – кран регулировки подачи охлаждающей жидкости; 7 – маховик поперечной подачи шлифовальной бабки; 8 – рукоятка компенсации износа шлифовального круга; 9 – рукоятка отвода пиноли задней бабки; 10 – винт поворота верхнего стола

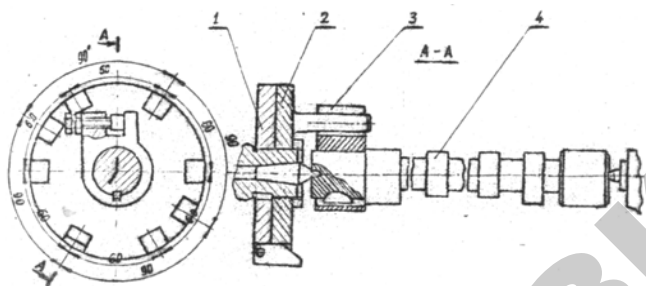


Рис. 1.3. Схема установки распределительного вала для шлифования кулачков с применением делительного приспособления:

1 – делительная планшайба; 2 – делительный диск; 3 – установочный поводок; 4 – распределительный вал

Установочный поводок фиксируется на распределительном валу по месту крепления шестерни. При установке вала на станок установочный поводок соединяется с делительным диском и вместе с ним представляет также жесткую систему.

Отсоединив делительный диск от делительной планшайбы и вращая его вокруг оси, можно добиться такого положения детали, при котором будет одинаковой относительная ориентировка обрабатываемого кулачка вала и соответствующего кулачка блока копира станка.

После шлифования кулачка высота подъема клапана не изменяется. Это объясняется тем, что при шлифовании изношенного кулачка его размеры уменьшаются по всему профилю на одинаковую величину, равную сумме величин износа и припуска на механическую обработку. Таким образом, высота подъема клапана при изношенном кулачке равняется высоте подъема клапана при перешлифованном кулачке.

Кулачки распределительного вала шлифуются до выведения следов износа и получения правильного профиля. При этом необходимо следить, чтобы высота окончательно обработанных кулачков не была меньше предельной величины. При обработке кулачков, у которых образующая поверхности наклонена к оси вала, производится смещение верхнего стола по отношению к оси шлифовального круга на требуемый угол.

Опорные шейки, кулачки и эксцентрик распределительного вала подвергаются вначале черновому, а затем чистовому шлифованию. Шлифование ведется при обильной подаче охлаждающей жидкости (1,2 % водный раствор эмульсола). При обработке опорных шеек, кулачков и эксцентрика на станке модели 3А433 используются шлифовальные круги типа ПП600×50×305 24А 40 СМ1...СМ2 К5 35 м/с кл. I ГОСТ 2424–80.

Рекомендуется выполнять черновое и чистовое шлифование опорных шеек, кулачков и эксцентрика, соблюдая режимы, приведенные в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Рекомендуемые режимы шлифования

Параметры шлифования	Черновое шлифование	Чистовое шлифование
Окружная скорость шлифовального круга V , м/с	35	35
Окружная скорость детали, м/мин	12–15	15–25
Поперечная подача шлифовального круга, мм/об.	0,02–0,07	0,005–0,01

Размеры опорных шеек, кулачков и эксцентрика распределительного вала контролируются микрометром на остановленном станке. Размеры и шероховатость окончательно обработанных шеек, кулачков и эксцентрика должны соответствовать техническим требованиям.

Если износ опорных шеек превышает предельный износ, их восстанавливают одним из следующих способов: наплавка в среде CO_2 , вибродуговая наплавка, напыление металлов и др. Затем их шлифуют в номинальный размер.

Если износ кулачков превышает предельный, то их наплавляют ручной, дуговой, вибродуговой, газопорошковой и др. наплавками с использованием копирующего приспособления. Применяют порошковую проволоку, самофлюсующиеся порошки, электроды Т-590, Т-620. После восстановления их шлифуют в номинальный размер.

Посадочную поверхность под распределительное зубчатое колесо восстанавливают наплавкой в среде CO_2 , вибродуговой наплавкой и др. с последующей обработкой в номинальный размер.

Заключительная операция в технологическом процессе восстановления - контрольная. Производят контроль размеров, шероховатости поверхностей и соответствия поверхностей техническим требованиям.

Порядок расположения впускных и выпускных кулачков по направлению от передней опорной шейки: «вып.», «вп.», «вп.», «вып.»; «вып.», «вп.», «вп.», «вып.». Все кулачки обрабатываются на конус. Большее основание конуса должно быть направлено в сторону передней опорной шейки. Конусность должна равняться $0^{\circ}15' \pm 0^{\circ}05'$.

В табл. 1.3 приведены справочные данные о подъеме толкателя в зависимости от угла поворота распределительного вала.

Таблица 1.3

Справочные данные о подъеме толкателя в зависимости от угла поворота распределительного вала

Всасывающий кулачок		Выхлопной кулачок	
Угол поворота, град.	Подъем толкателя, мм	Угол поворота, град.	Подъем толкателя, мм
1	2	3	4
0	0	0	0
5	0,013	5	0,013
10	0,049	10	0,049
15	0,107	15	0,107

1	2	3	4
20	0,181	20	0,181
25	0,265	25	0,265
30	0,367	30	0,370
35	0,691	35	0,736
40	1,445	40	1,564
45	2,534	45	2,652
50	3,659	50	3,703
55	4,679	55	4,655
60	5,575	60	5,497
65	6,332	65	6,219
70	6,941	70	6,812
75	7,391	75	7,271
80	7,677	80	7,590
86	7,800	86	7,760
		88°31'	7,800

Краткая техническая характеристика станка 3А433

Тип – круглошлифовальный специальный.

Высота центров – 95 мм.

Расстояние между центрами – 1260 мм.

Размеры обрабатываемых распределительных валов:

– наибольший радиус вращения – 90 мм;

– наибольший подъем шлифовального кулачка – 15 мм;

– диаметр шейки, опираемый на люнет – 30–75 мм.

Размеры шлифовального круга – 600×(25–40)×305 мм.

Частота вращения шпинделя – 16, 32 мин⁻¹.

Электродвигатели:

– шлифовальной бабки – $P = 4,5$ кВт, $n = 1440$ мин⁻¹;

– передней бабки – $P = 1,0$ кВт; $n = 930$ мин⁻¹;

– насоса охлаждения – $n = 2800$ мин⁻¹.

Габариты – 2800×1700×1500 мм.

Масса – 4200 кг.

Нормирование технологического процесса восстановления

Технологическая норма времени на выполнение операций рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_d + \frac{T_{пз}}{N}, \quad (1.6)$$

где $T_{шт}$ – штучно-калькуляционное время, мин;

T_o – основное время, мин;

T_b – вспомогательное время, мин;

T_d – дополнительное время, мин;

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

N – количество обрабатываемых деталей в партии, шт.

Основное время для процесса шлифования опорных шеек и кулачков определяется по формуле:

$$T_o = \frac{tk}{ns}, \quad (1.7)$$

где t – припуск на обработку, мм;

k – коэффициент, учитывающий выхаживание, $k = 1,0-1,25$;

n – частота вращения детали, мин^{-1} ;

S – поперечная подача шлифовального круга, мм/об.

Порядок выполнения работы

Изучить требования по технике безопасности.

Ознакомиться с оборудованием рабочего места.

Согласно техническим требованиям на капитальный ремонт произвести дефектацию распределительного вала. Определить величину подъема толкателя в зависимости от угла поворота распределительного вала на примере одного из кулачков (для набегающей части) и сравнить с нормативными данными.

Проанализировать влияние линейного износа кулачков на изменение высоты подъема и запаздывания открытия клапана. Обосновать необходимость восстановления профиля изношенных кулачков.

Назначить режимы шлифования (V, S, n).

Закрепить распределительный вал на станке.

Произвести шлифование опорных шеек распределительного вала.

Произвести настройку станка для шлифования кулачков:

- закрепить на вал по месту установки распределительной шестерни установочный поводок;
- установить на шпиндель станка соответствующий блок копиров;
- закрепить на шпинделе станка делительное приспособление;

- установить в центрах станка распределительный вал, соединить установочный поводок с выступом делительного диска;

- с помощью делительного приспособления добиться одинаковой относительной ориентировки обрабатываемого кулачка вала и соответствующего ему копира;

- рукояткой «копиры» на передней бабке станка перевести цилиндрический ролик в плоскость копира, соответствующего обрабатываемому кулачку;

- перевести качающуюся люльку станка в рабочее положение до упора кулачка блока копиров с цилиндрическим роликом;

- включить электродвигатель вращения изделия. Включить электродвигатель вращения шлифовального круга. Подать охлаждающую жидкость;

- плавно подвести шлифовальный круг к обрабатываемому кулачку и произвести его шлифование;

- после завершения шлифования кулачка прекратить подачу охлаждающей жидкости, выключить электродвигатели станка, отвести в нейтральное положение качающуюся люльку.

При переходе к шлифованию очередных кулачков необходимо пользоваться делительным приспособлением, с помощью которого нужно повернуть распределительный вал на угол, заданный чертежом.

Произвести контроль размеров и шероховатости обработанных поверхностей.

Оформить отчет и сдать преподавателю.

Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать: наименование и цель лабораторной работы, анализ конструкции, условий работы и дефектов предполагаемой к восстановлению детали, технологический процесс восстановления распределительного вала, требования к технологическому процессу и технологические режимы выполнения операций и выводы.

Анализ конструкции, условий работы и дефектов должен включать следующие сведения:

- наименование детали;
- материал;
- масса;
- твердость;

- условия работы;
- дефекты;
- эскиз детали с указанием габаритных размеров и местонахождения дефектов.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные дефекты распределительных валов и способы их выявления.
2. Какие дефекты распределительного вала можно устранить катодом ремонтных размеров?
3. Как осуществляется базирование распределительного вала при шлифовании опорных шеек и кулачков?
4. Какие координационно-кинематические размеры необходимо соблюдать при восстановлении распределительных валов?
5. Изложите последовательность настройки шлифовального станка 3А433 при шлифовании кулачков распределительного вала.
6. Какие операции включает технологический процесс восстановления распределительного вала?
7. Изложите требования по технике безопасности при работе на металлорежущих станках.

2. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВНУТРЕННИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

2.1. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ КОРЕННЫХ ПОДШИПНИКОВ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА В БЛОКЕ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЯ МЕТОДОМ РЕМОНТНЫХ РАЗМЕРОВ

Цель и задачи работы

Цель работы – закрепить знания и получить практические навыки в восстановлении посадочных мест под коренные подшипники в блоке цилиндров методом ремонтных размеров.

Студент должен знать условия работы детали, виды изнашивания, характерные дефекты и методы их выявления, способы устранения дефектов; устройство станка для растачивания посадочных мест коренных подшипников ОПР-4811М и порядок дефектовки, настройки и обработки на нем посадочных мест коренных подшипников блока цилиндров.

Студент должен уметь проектировать технологический процесс восстановления посадочных мест под коренные подшипники в блоке цилиндров.

Задание на выполнение работы

Изучить технологию и оборудование восстановления посадочных мест под коренные подшипники в блоке цилиндров.

Разработать технологический процесс восстановления посадочных мест под коренные подшипники в блоке цилиндров методом ремонтных размеров.

Приобрести практические навыки по восстановлению посадочных мест под коренные подшипники в блоке цилиндров методом ремонтных размеров.

Оформить отчет о лабораторной работе.

Оснащение рабочего места

1. Верстак слесарный ОРГ-1468-01-080А.
2. Станок ОПр-4811М для растачивания посадочных мест коренных подшипников двигателей Д-240.
3. Кронштейн РД50-130.000.
4. Борштанга РД50-001.010А.
5. Приспособление для установки резцов 548-000-500.
6. Измеритель индикаторный РД50В-200.000.
7. Приспособление для контроля размера В (338+0,15 мм).
8. Планка мерительная для размера А (80+0,15 мм).
9. Блок цилиндров двигателя Д-240.
10. Скалка.
11. Набор щупов ГОСТ 862–75.
12. Нутромер индикаторный НИ 60-100 ГОСТ 868–80.
13. Микрометр МК 100 ГОСТ 6507–85.
14. Штангенциркуль ШУ1-125-01 ГОСТ 868–80.
15. Набор плоскопараллельных концевых мер длины ГОСТ.
16. Ключ динамометрический.
17. Материал обтирочный.

Техника безопасности

К выполнению лабораторной работы допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности с росписью в журнале.

Находящиеся в лаборатории должны соблюдать правила внутреннего распорядка университета. В лаборатории запрещается хранить легко воспламеняющиеся вещества, курить. Запрещается производить перестановку оборудования, мебели, выносить из лаборатории что-либо.

Обучающиеся в лаборатории обеспечиваются спецодеждой и другими средствами индивидуальной защиты.

Всем обучающимся запрещается заниматься действиями непосредственно не связанными с выполнением лабораторной работы, выключать станок. Опасными факторами являются: незакрепленный инструмент, деталь, вращающаяся борштанга.

В случае обнаружения неисправности оборудования, приспособлений и инструмента немедленно доложить о случившемся преподавателю, ведущему занятия, и учебному мастеру.

Обучающиеся на занятие должны приходить: не опаздывая, без верхней одежды, опрятно одетыми, причесанными

Перед началом работы необходимо осмотреть оборудование, оснастку, инструмент. В случае обнаружения неисправностей необходимо их устранить. Проверить наличие и надежность заземления станка.

Помещение лаборатории, находящееся в ней оборудование должны содержаться в чистоте и порядке.

Запрещается производить замеры во время работы станка, пользоваться неисправным инструментом.

Запрещается переключать рукоятки станка во время работы.

Рабочее место должно обеспечивать безопасность выполнения работ.

В случае нарушения установленного режима работы станка, поломки инструмента немедленно отключить станок от сети.

В случае возникновения пожара вывести людей в безопасное место, подручными средствами ликвидировать очаг огня и при необходимости вызвать пожарную команду по тел. 101.

Получившим травму оказать первую медицинскую помощь, а при необходимости вызвать скорую помощь по тел. 103.

После выполнения работы отключить станок, очистить станок от стружки, удалить обтирочные материалы в безопасное место, смазать рабочие поверхности станка, сдать мерительный инструмент учебному мастеру.

Сдать рабочее место учебному мастеру.

Выключить главный рубильник.

Все обучаемые по окончании работы приводят себя в надлежащий вид и с разрешения преподавателя покидают место занятий.

Общие сведения

Блок цилиндров является базисной деталью, от технического состояния которой зависят долговечность, надежность и экономичность работы двигателя. Блоки цилиндров изготавливают из серого чугуна СЧ20 (Д-240, СМД-60, ЯМЗ-238МБ, ЯМЗ-240Б и др.); из алюминиевых сплавов (ЗМЗ-53).

Примерами дефектов блока (табл. 2.1) являются несоосность и износ посадочных мест под коренные подшипники коленчатого вала. При наличии данных дефектов коленчатый вал испытывает дополнительную упругую деформацию, которая может привести к заклиниванию его в подшипниках или к поломке. Поэтому необходимо во всех блоках проверять износ посадочных мест под коренные подшипники коленчатого вала и их соосность расположения.

Таблица 2.1

Ведомость дефектов посадочных мест под коренные подшипники блоков цилиндров

Контролируемый дефект	Размеры, мм		Способы и средства контроля	
	по чертежу	допустимые	наименование	обозначение или погрешность измерения
Блок цилиндров Д-240				
Отклонение от соосности несмежных отверстий под вкладыши коренных подшипников	≤ 0,15	≤ 0,04	Измеритель несоосности коренных опор блока цилиндров или скалка, щуп № 2	70-8734-1031 01 ГОСТ 882–76
Овальность и конусность поверхностей отверстий под вкладыши коренных подшипников (при затяжке болтов крышек моментом 200–220 Н·м)	81+0,022	81+0,03	Нутромер индикаторный, ключ динамометрический	КИ 2320 70-8704-1002
Овальность и конусность	≤ 0,007	≤ 0,025	Нутромер индикаторный	НИ 50...100-1 ГОСТ 868–82
Блок цилиндров КамАЗ-740				
Отклонение от соосности несмежных отверстий под вкладыши коренных подшипников	≤ 0,02	≤ 0,03	Измеритель несоосности коренных опор блока цилиндров или скалка, щуп № 2	70-8734-1031 01 ГОСТ 882–76
Овальность и конусность поверхностей отверстий под вкладыши коренных подшипников (при затяжке болтов крышек моментом 170–190 Н·м)	100+0,03	100,05	Нутромер индикаторный, ключ динамометрический	НИ 100-160 ГОСТ 868–82 70-8704-1002
Овальность и конусность отверстий	0,03	0,05	Нутромер индикаторный	НИ 50...100-1 ГОСТ 868–82

При износе или нарушении соосности посадочных мест под коренные подшипники коленчатого вала на величину более 0,03 мм блок подвергается восстановлению.

Соосность гнезд в блоке проверяют различными приспособлениями и установками. Простейшее из них – вал с лыской, укладываемый на посадочные места блока. При этом щупом замеряют зазор между ребрами скалки и поверхностью посадочного места. Для проверки смещения применяют также скалку, закрепленную в крайних гнездах блока с помощью ступенчатых или конических опор-втулок. На скалке против каждого гнезда поочередно закрепляют измеритель, имеющий индикатор часового типа, и рычаг, прижимаемый пружиной к контролируемой поверхности. Поворачивая скалку вместе с измерением, определяют смещение промежуточных гнезд относительно крайних.

На ремонтных предприятиях применяют различные способы восстановления посадочных мест под коренные подшипники:

- способ ремонтных размеров;
- способ дополнительных ремонтных деталей;
- напыление порошковых материалов;
- с помощью полимерных материалов;
- железнение;
- обработка в номинальный размер после снятия слоя металла с плоскости разъема крышек коренных подшипников.

При применении способа ремонтных размеров отверстия под вкладышами коренных подшипников растачивают на горизонтально-расточном станке под ремонтный размер. Способ позволяет восстановить геометрическую форму отверстий и их соосность в блоке механической обработкой с высокой степенью точности при минимальных затратах. Применение данного способа предусматривает установку вкладышей коренных подшипников с увеличенной на 0,5 мм толщиной.

При отсутствии вкладышей ремонтного размера отверстие растачивают под номинальный размер с переносом оси отверстий под вкладыши вглубь блока цилиндров.

Фрезерованием с плоскости разъема крышек коренных подшипников снимают слой металла. После постановки крышек на блок производят расточку отверстий под вкладыши коренных подшипников. При применении данного способа необходимо контролировать расстояние от плоскости разъема блока до верхней точки отверстия под вкладыши коренных подшипников, которое должно быть не менее установленного значения, например, для блока двигателя Д-240 не менее 43,56 мм. Этот способ имеет следующие недостатки: смещение оси коленчатого вала, что вызывает изменение степени сжа-

тия; несоосность осей коленчатого вала и ведущего вала коробки передач; невозможность повторного ремонта блока цилиндров указанным способом.

Имеются два варианта восстановления изношенных постелей коренных подшипников эпоксидными составами: размерное и с последующей расточкой. Сущность восстановления по первому варианту заключается в следующем. Блок цилиндров с изношенными постелями растачивают так, чтобы окончательная толщина слоя полимера находилась в пределах 0,4–0,6 мм. После обезжиривания на восстанавливаемую поверхность наносят эпоксидную композицию, укладывают борштангу и зажимают крышками. Борштангу, имеющую диаметр, соответствующий диаметру гнезд коренных подшипников, предварительно обезжиривают и покрывают разделительным слоем, состоящим из 96 частей по массе бензина «калоша» и четырех частей полиизобутилена. Для предотвращения вытекания полимера из гнезд на борштанге устанавливаются кольца, от смещения борштанга центрируется по оси коленчатого вала кондукторными пластинами, закрепленными с торцов блока. После просушки блока цилиндров борштанга снимается, восстанавливаемая поверхность очищается от пленки полиизобутилена, масляные отверстия, замки вкладышей, торцы гнезд зачищаются от полимера, дополнительной обработки под размер не требуется.

По второму варианту после нанесения и отверждения полимера (без борштанги) восстановленные постели растачивают в номинальный размер.

При восстановлении постелей алюминиевых блоков цилиндров с износом до 0,3 мм нашел применение комбинированный способ: пластическое деформирование – нанесение слоя полимера и последующее растачивание. Пластическое деформирование восстанавливаемой поверхности заключается в нанесении кольцевых канавок-выступов высотой до 1–1,5 мм. Затем после обезжиривания наносится слой эпоксидной композиции. После просушки постели растачивают в номинальный размер. Данный способ восстановления позволяет повысить нагрузочную способность полимерного покрытия.

Восстанавливают изношенные постели алюминиевых блоков и аргоно-дуговой наплавкой с последующим растачиванием в номинальный размер.

При использовании способа дополнительных деталей возможно восстановление изношенных отверстий электроконтактной приваркой стальной ленты. Применение данного способа предусматривает

предварительную расточку отверстий на увеличенный диаметр на 0,5–0,6 мм, электроконтактную приварку ленты с последующей расточкой отверстий под номинальный размер. К данному способу относят и приклейку металлической ленты с применением эластомера ГЭН-150. На расточенную и обезжиренную поверхность отверстия кистью наносят раствор эластомера толщиной 0,3–0,4 мм, устанавливают металлическую ленту, прижимают ленту оправкой с последующей сушкой при температуре 115 °С в течение 40 мин. После полимеризации ГЭН-150 производят расточку отверстия под номинальный размер. К недостатку этого способа следует отнести повышенную теплонапряженность в переходе лента-блок, что нежелательно.

Восстановление отверстий под вкладыши коренных подшипников напылением позволяет получить номинальный диаметр отверстия.

Технологический процесс включает в себя расточку отверстия под увеличенный на 0,5–0,6 мм диаметр, газотермическое напыление порошка с последующей обработкой отверстия под номинальный размер. К недостаткам данного способа следует отнести тепловое воздействие на блок при проведении напыления.

Нанесение гальванического слоя металла при железнении в проточном электролите требует проведения подготовительных операций, включающих расточку отверстия под увеличенный на 0,3–0,4 мм диаметр, обезжиривание поверхности, осаждение гальванического железа в проточном электролите, расточку отверстия под номинальный размер. Способ обеспечивает хорошее сцепление слоя с основным металлом, достаточно производителен.

Станок модели ОПР-4811М предназначен для растачивания посадочных мест под коренные подшипники блока цилиндров двигателей Д-240 и Д-260. Станок состоит из следующих сборочных единиц: станины; редуктора; привода вращения; борштанги с электродвигателем; плиты с опорой, гидропривода.

Обработка блока производится с помощью борштанги, которая получает вращение от электродвигателя через редуктор. Поступательное движение (подача) осуществляется посредством гидропривода.

Необходимое положение блока цилиндров по отношению к рабочему инструменту достигается по высоте соответствующим положением опорных стоек, в поперечном и продольном направлениях – с помощью закрепленных в стойках установочных штифтов, входящих в специальные базовые отверстия блока цилиндров.

Необходимое положение борштанги по отношению к блоку и ее поступательное движение обеспечиваются опорными подшипниками. Втулки опорных подшипников имеют направляющие сухари и пазы для свободного прохода через них борштанги с резцами. Для плавного опускания блока цилиндров на опорные планки и для подъема его после обработки служит подъемный механизм, состоящий из четырех штырей, двух эксцентриковых валиков, соединенных тягой и приводимых в движение рукояткой. Редуктор привода обеспечивает требуемую частоту вращения (275 мин^{-1}) борштанги.

В гидравлическую систему подачи входят: бачок, насос, фильтр, предохранительный клапан, манометр, кран управления, дроссель, обратный клапан, трубопроводы и гидроцилиндр. Когда давление в цилиндре достигает необходимой величины, поршень перемещается вправо, приводя в движение штоком подвижную плиту. Масло из правой части цилиндра вытесняется и через дроссель, имеющий пропускное отверстие, сливается в бачок. В зависимости от сечения пропускного отверстия дросселя меняется количество проходящего масла, значит, и скорость подачи.

При обратном ходе подачи насос подает масло из бачка через фильтр, кран управления, дроссель, обратный клапан в правую сторону гидроцилиндра. Поршень перемещается влево, приводит в движение подвижную планку. Масло из левой части гидроцилиндра беспрепятственно вытесняется через кран управления в бачок. Скорость движения поршня при обратном ходе выше, чем при рабочем ходе, так как масло сливается при меньшем сопротивлении. Заданное движение в гидросистеме обеспечивается предохранительным клапаном.

Для установки резцов в борштангу необходимо рассчитывать размер вылета резца по формуле:

$$h = \frac{d - D}{2}, \quad (2.1)$$

где h – вылет резца, мм;

d – диаметр, под который необходимо расточить посадочное место под коренной подшипник, мм;

D – диаметр борштанги, мм.

При установке резцов на требуемый размер необходимо: установить приспособление для установки резцов рабочими поверхностями призмы на цилиндрическую поверхность борштанги. Затем взять плоскопараллельные меры длины, соответствующие рассчитанному вылету резца, установить их на борштангу под ножкой индикатора

так, чтобы опорные плоскости плиток были перпендикулярны оси ножки индикатора. Затем необходимо снять плитки и установить резец. Приспособление вновь установить на борштангу так, чтобы опорная плоскость ножки индикатора находилась против вершины резца. Поворачивая установочный винт, перемещать резец и ножку индикатора до совмещения маленькой стрелки с делением, на котором она была при установке индикатора по плиткам, а большой стрелки – с нулевым делением циферблата. Установочным винтом закрепить резец в гнезде.

При установке блока цилиндров и борштанги на станке необходимо:

- установить блок на торцы штырей механизма подъема;
- снять крючок тали;
- опустить блок механизма подъема так, чтобы фиксаторы вышли в базовые отверстия блока;
- поднять блок и вставить борштангу в задний опорный подшипник так, чтобы пазы борштанги совпали с направляющим сухарем опорного подшипника, при этом резцы совпадут с верхней прорезью во втулке опорного подшипника;
- пропустить борштангу через посадочные места коренных подшипников блока цилиндров и второй опорный подшипник;
- завести поводок борштанги в муфту шпинделя редуктора и повернуть борштангу за ручку по часовой стрелке до упора;
- убедиться, что все резцы вышли из посадочных мест коренных подшипников;
- опустить блок на опорные концы стоек.

Установку блока на растачивание следует производить с помощью индикаторных приспособлений, устанавливаемых в пазы опорных втулок. Головки наконечников приспособлений должны касаться поверхностей посадочных мест под подшипники не глубже 5 мм от внешних торцов блока.

Неплоскостность установочной поверхности на одной из четырех опор компенсировать гайкой во избежание деформации блока при нажиме. Закрепить блок цилиндров на опорной плите зажимом, включить привод станка и произвести растачивание.

Порядок выполнения работы

Изучить требования по технике безопасности.

Ознакомиться с работой оборудования.

Установить блок цилиндров на плоскость разъема с головкой.

Отвернуть болты крепления крышек коренных подшипников и удалить вкладыши.

Протереть чистой ветошью посадочные места под коренные подшипники.

Установить скалку и с помощью набора щупов определить несоосность посадочных мест под коренные подшипники.

Установить крышки, затянуть болты крепления крышек коренных подшипников динамометрическим ключом с моментом затяжки $210 \pm 10 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Индикаторным нутромером НИ 60-100 ГОСТ 868–80 определить овальность и конусообразность посадочных мест под коренные подшипники.

Установить резцы в борштанге на требуемый размер.

Установить блок цилиндров и борштангу с резцами на станок ОПР-4811М.

Расточить посадочные места под коренные подшипники.

Снять блок цилиндров со станка и произвести контроль качества восстановления.

Оформить отчет и сдать преподавателю.

Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать: наименование и цель лабораторной работы, карту дефектации посадочных мест под коренные подшипники, операционное описание технологического процесса восстановления постелей блока цилиндров и выводы.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность метода ремонтных размеров?
2. Каковы преимущества и недостатки метода ремонтных размеров?
3. Какие дефекты имеют посадочные места под коренные подшипники, как их определить?
4. Как определить вылет резца при растачивании посадочных мест под коренные подшипники?
5. Назовите способы, применяемые для восстановления посадочных мест под коренные подшипники.
6. Изложите требования по технике безопасности при работе на металлорежущих станках.

2.2. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ МЕТОДОМ РЕМОНТНЫХ РАЗМЕРОВ

2.2.1. РАСТАЧИВАНИЕ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЯ

Цель и задачи работы

Цель работы – закрепить теоретические знания и приобрести практические навыки по растачиванию гильз цилиндров двигателей при их восстановлении способом ремонтных размеров.

Студент должен знать теоретические основы и технологические процессы восстановления гильз цилиндров способом ремонтных размеров; методику определения ремонтных размеров гильз цилиндров; устройство вертикально-расточных станков 2А78, 2Е78П; методы центрирования гильзы цилиндра со шпинделем станка; настройку индикаторного нутромера на заданный размер; рекомендуемые режимы резания при расточке изношенных гильз цилиндров; методику оценки точности геометрических параметров гильзы цилиндра после расточки; безопасные методы и приемы работы на вертикально-расточных станках.

Студент должен уметь производить необходимые измерения и обосновать ближайший ремонтный размер изношенной гильзы цилиндра; центрировать гильзу цилиндра со шпинделем станка; рассчитывать вылет и устанавливать резец в резцовой головке на заданный размер; обосновать режим резания применительно к конкретной гильзе цилиндров (глубину резания, подачу, скорость резания, частоту вращения шпинделя); настраивать станок на заданный режим и производить расточку гильз цилиндров; определить точность и качество расточенной гильзы; составлять технологический процесс на расточку гильз цилиндров.

Задание на выполнение работы

Изучить технологию и оборудование для растачивания гильз цилиндров.

Провести замеры гильзы цилиндра в соответствующих сечениях и рассчитать ближайший ремонтный размер.

Рассчитать припуски на растачивание с учетом последующего двухстадийного хонингования.

Обосновать технологические режимы расточки и выполнить нормирование.

Установить гильзу в приспособлении, настроить расточной станок на размер и заданные технологические режимы, выполнить расточку гильзы цилиндра.

Приобрести практические навыки по расточке гильз цилиндров под последующее хонингование на ремонтный размер.

Оформить отчет о лабораторной работе.

Оснащение рабочего места

1. Вертикально-расточные станки модели 2А78, 2Е78П.
2. Приспособления для крепления гильз на столе станка.
3. Резцы с пластинками из твердого сплава ВК-2, ВК-3 или из сверхтвердого материала «Эльбор».
4. Эталоны шероховатости поверхности по чугуну.
5. Индикаторные нутромеры НИ 60-100 и НИ 100-160 (ГОСТ 866-72).
6. Микрометры МК 75-100 и МК 100-125 (ГОСТ 5507-78).
7. Набор гаечных ключей, отвертки.
8. Индикаторные приспособления (или шариковые оправки) для центрирования гильз цилиндров со шпинделем станка.
9. Линейки масштабные длиной 300 мм (ГОСТ 427-75).
10. Штангенциркуль с пределами измерения 0-250 мм.
11. Гильзы цилиндров двигателей Д-240 или 3М3-53, бывшие в эксплуатации.
12. Наладки для проверки установки резца в резцовой головке.
13. Образцы гильз, восстановленных способом ремонтных размеров.
14. Ключ гаечный.
15. Отвертка.
16. Обтирочный материал.

Техника безопасности

Выполняя лабораторную работу по расточке гильз цилиндров, необходимо строго соблюдать следующие правила.

Категорически запрещается:

– включать электродвигатели станка в отсутствие либо без разрешения преподавателя или учебного мастера;

– изменять положение рукояток коробки скоростей, подач и муфты отключения шпинделя от кинематической цепи на ходу, так как это может привести к поломке зубьев шестерен;

– снимать перед пуском или на ходу станка защитные кожухи, регулировать натяжение приводных ремней или переставлять их на шкивах при работающем станке;

– прикасаться к клеммам и открытым токонесущим приборам; работать на станке при открытой дверце электрошкафа, снятых крышках и неисправных блокировках;

– регулировать при работающем станке положение конечных выключателей перемещения салазок шпинделя;

– производить замеры цилиндров, проверять правильность установки резца, центрирующей оправки и пр. при вращающемся (перемещающемся) шпинделе станка;

– включать станок, не убедившись в надежном закреплении гильзы в приспособлении и резца в шпинделе станка;

– работать в расстегнутой одежде, с не застегнутыми рукавами;

– пользоваться неисправным монтажным инструментом.

Включение станка в сеть и допуск к электрическим приборам для обслуживания и ремонта разрешается только квалифицированному специалисту – электрику. Станок обязательно должен быть заземлен. При аварийной ситуации необходимо нажать на красную кнопку «Общий стоп».

Общие сведения

Работоспособность двигателя в значительной степени зависит от состояния рабочих поверхностей цилиндров, которые обрабатываются на заводах с высокими параметрами точности и качества поверхности.

При износе цилиндров снижается мощность, развиваемая двигателем, увеличивается расход топлива и смазки, возрастает нагарообразование, увеличивается выделение токсических веществ, затрудняется запуск двигателя и т. д. Износ проявляется в виде выработки цилиндров, главным образом, в области движения поршневых колец с искажением геометрической формы как в поперечном сечении, так и по высоте цилиндра.

Неравномерность износа цилиндров по высоте объясняется сильным истирающим действием поршневых колец (особенно верхнего) вследствие высокого давления газов на стенки цилиндра

и газовой коррозией. Высокая температура сгорания рабочей смеси ухудшает также условия смазки, снижая вязкость масла и прочность масляной пленки, в результате чего поверхность цилиндра подвергается газовой коррозии.

Причиной появления овальности является неравномерное давление поршня на стенки цилиндра.

Долговечность цилиндров блока определяется величиной износа их в верхнем поясе на расстоянии 10–50 мм от верхней плоскости блока.

Основным способом ремонта гильз цилиндров автотракторных двигателей с износом рабочих поверхностей сверх допустимых пределов является их расточка под увеличенный ремонтный размер.

Сущность его заключается в механической обработке до установленного размера и придания внутренней поверхности цилиндра требуемой геометрической формы и шероховатости. Сопрягаемые поршень и кольца заменяют новыми, изготовленными под этот же ремонтный размер.

Наиболее распространенной механической обработкой гильз цилиндров на ближайший ремонтный размер является их расточка с последующим хонингованием.

В процессе расточки устраняются образовавшиеся в результате износа искажения геометрической формы цилиндра. После расточки овальность и конусность цилиндров не должна превышать 0,01–0,02 мм.

Количество и абсолютные величины ремонтных размеров для гильз цилиндров и поршней указываются в технических условиях на капитальный ремонт автомобилей, тракторов, сельскохозяйственных агрегатов по маркам машин.

Расточку гильз цилиндров производят на вертикально-расточных станках. На практике для этого широко используются одношпиндельные станки модели 277Б, 2А78, 2Е78Г1 и др. На специализированных ремонтных предприятиях применяются специальные многошпиндельные расточные станки. Например, станки модели 9А676 позволяют повысить производительность труда в 6 раз по сравнению с процессом расточки на одношпиндельных станках.

Наряду с этим расточку гильз цилиндров часто заменяют шлифованием. Для этого используются бесцентровошлифовальные станки модели СШ-22.

В соответствии с требованиями технических условий качество обработки рабочей поверхности цилиндров двигателя должно соответствовать 9а–10 классу шероховатости (Ra 0,32–0,25).

Поэтому после расточки цилиндров производится окончательная их обработка (доводка) хонингованием абразивными или алмазными брусками.

Восстановление изношенных гильз цилиндров возможно также и другими способами: электролитическим хромированием, железнением, напылением, расточкой с последующей установкой сменной стальной ленты. Однако широкого производственного применения перечисленные способы пока не получили.

Установка и крепление гильзы. Гильзы устанавливаются в приспособление (кондуктор), которое крепится на столе. Ось растачиваемого отверстия должна точно совпадать с осью шпинделя. Эксцентricность осей шпинделя и растачиваемого отверстия не должна превышать 0,03 мм. При установке приспособления для расточки гильз центрирование ведется по внутренней поверхности верхнего кольца наладки, установленной в приспособлении. При центрировании шпиндель отключается от кинематической цепи его привода при помощи рукоятки на шпиндельной бабке.

Перемещение приспособления для гильз в продольном и поперечном направлениях при центрировании производится при помощи продольного и поперечного движения стола или путем перемещения приспособления по плоскости стола ручным способом.

Для закрепления приспособления используются прижимные планки, болты и гайки.

Установка режущего инструмента. В зависимости от диаметра обрабатываемого отверстия подбирается соответствующий шпиндель. Шпиндель Ø48 служит для расточки отверстий диаметром от 50 до 82 мм; Ø78 – от 82 до 125 мм; Ø120 – от 125 до 200 мм. Резец крепится в резцовой головке шпинделя. Резбовое отверстие резца служит для подачи его на глубину резания винтом лимба шпинделя. При помощи винтов и лимбов, ввинчиваемых в торцы резцов, возможна установка резца с точностью 0,02 мм.

После окончания центрирования изделия резец подводится режущей гранью к внутренней поверхности гильзы. Затем при помощи лимба на резцовой головке отсчитывается добавочное движение резца.

Справочные данные о гильзах цилиндров двигателя Д-240

Материал – серый чугун СЧ-21.

Твердость поверхности НВ 360–440.

Термообработка – высокочастотная закалка на глубину 1,5–2,0 мм.
Шероховатость поверхности после расточки Ra – не более 1,6 мкм.
Овальность и конусность внутренней поверхности гильзы – не более 0,02 мм.

Номинальный диаметр гильзы цилиндра равен:

– группа Б – $110_{+0,04}^{+0,06}$;

– группа С – $110_{+0,02}^{+0,04}$;

– группа М – $110_{+0,02}^{+0,04}$.

Гильза цилиндра имеет один ремонтный размер – 110,7 мм.

Высота гильзы равна 247 мм.

Справочные данные о гильзах цилиндров двигателя ЗМЗ-53

Материал – легированный чугун ИЧГ-33М.

Твердость поверхности HB 160–260.

Шероховатость поверхности Ra – не более 1,6 мкм.

Овальность и конусность внутренней поверхности гильзы – не более 0,02 мм.

Номинальный диаметр гильзы цилиндра равен:

– группа А – $92_{+0,12}^{+0,12}$;

– группа Б – $92_{+0,12}^{+0,24}$;

– группа В – $92_{+0,24}^{+0,36}$;

– группа Г – $92_{+0,36}^{+0,48}$;

– группа Д – $92_{+0,48}^{+0,60}$.

Гильза цилиндра имеет три ремонтных размера, обеспечивающих увеличение ее диаметра на 0,5; 1,0 и 1,5 мм.

Высота гильзы равна 155 мм.

Порядок выполнения работы

Подготовка к работе. Тщательно протереть рабочую поверхность гильзы цилиндра, измерить его диаметр в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (в плоскости продольной оси коленчатого вала и в плоскости, перпендикулярной к ней) в трех сечениях, равномерно расположенных по высоте цилиндра. Первое сечение должно совпадать с верхним положением верхнего

компрессионного кольца. Результаты замеров занести в журнал формы табл. 2.2.

Таблица 2.2

Журнал измерений гильз цилиндров двигателя _____

Сечения	Диаметр гильзы цилиндров, мм		Овальность, мм		Конусность, мм		
	Плоскость № 1	Плоскость № 2, перпендикулярная плоскости № 1	по сечениям	максимальная	в плоскости № 1	в плоскости № 2	максимальная
перед хонингованием							
I–I							
II–II							
III–III							
после хонингования							
I–I							
II–II							
III–III							

Примечание. Сечения I–I и III–III расположены на расстоянии 10–15 мм от верхнего и нижнего краев гильзы, сечение II–II – в средней части гильзы.

Определение размера расточки гильзы. Величина первого ремонтного размера рассчитывается по одной из следующих формул:

$$D_{p1} = D_{\max} + 2z + u, \quad (2.2)$$

$$D_{p1} = D_i + 2(u_{\max} + z), \quad (2.3)$$

$$D_{p1} = D_i + 2(ku_{\Sigma} + z), \quad (2.4)$$

где D_{\max} – максимальный диаметр цилиндра в наиболее изношенном поясе, мм:

$$D_{\max} = D_i + u_{\max} + u_{\min};$$

D_i – номинальный диаметр цилиндра, мм;

z – минимально необходимое значение суммарного припуска на обработку на сторону, мм;

u – величина неравномерного одностороннего линейного износа внутренней поверхности гильзы цилиндра ($u = u_{\max} - u_{\min}$), мм;

u_{\max} , u_{\min} – соответственно максимальный и минимальный линейный износ внутренней поверхности гильзы цилиндра на сторону, мм;

u_{Σ} – величина износа на диаметр ($u_{\Sigma} = u_{\max} + u_{\min}$), мм;

k – коэффициент неравномерности линейного износа внутренней поверхности гильзы цилиндра ($k = u_{\max}/u_{\Sigma}$).

Суммарный припуск на обработку (на сторону):

$$z = z' + z'', \quad (2.5)$$

где z' – припуск на расточку на сторону, мм (0,03–0,05 мм);

z'' – припуск на доводку (хонингование) на сторону, мм (0,02–0,04 мм).

Следовательно, значение суммарного припуска на диаметр $2z = (0,10–0,18)$ мм.

Величина каждого последующего ремонтного размера рассчитывается исходя из величины предыдущего:

$$D_{p_{n-1}} = D_{p_n} + 2(ku_{\Sigma} + z). \quad (2.6)$$

Ремонтный размер (D_p) следует выбирать ближайший по отношению к расчетному размеру.

Диаметр расточки:

$$D_{\text{раст}} = D_p + 2z. \quad (2.7)$$

Установка гильзы. Установить гильзу цилиндра в приспособление (кондуктор), которое непосредственно крепится на столе станка. Ось растачиваемого отверстия должна точно совпадать с осью шпинделя. Эксцентricность осей шпинделя и растачиваемого отверстия не должна превышать 0,03 мм. Соосность достигается при помощи приспособления для центрирования (рис. 2.1), которое состоит из колодки *б*, ввинчиваемой в торец резцовой головки шпинделя *5*, державки *7* с гайкой *4* цангового зажима на конце для крепления индикатора *3*. Рычаг *8* свободно поворачивается на оси, касаясь упором *1* на конце одного плеча обрабатываемой поверхности гильзы *10*, другим – измерительного штифта индикатора. Подвод к обрабатываемой поверхности упора *1* рычага *8* производится перемещением державки *7* в колодке *б*, положение фиксируется винтом.

Центрирование ведется по внутренней поверхности верхнего пояса гильзы. При центрировании шпиндель отключается от

кинематической цепи его привода при помощи рукоятки на шпиндельной бабке. Перемещение растачиваемой детали в продольном и поперечном направлениях при центрировании производится при помощи маховиков продольного и поперечного движения стола или путем перемещения детали на плоскости стола ручным способом.

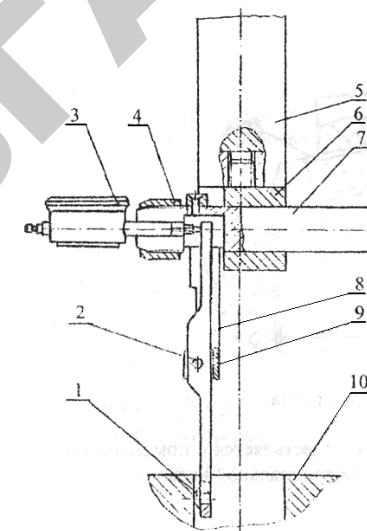


Рис. 2.1. Приспособление для центрирования:

1 – упор; 2 – ось стойки; 3 – индикаторная головка; 4 – гайка; 5 – шпиндель; 6 – колодка; 7 – державка; 8 – рычаг; 9 – ограничитель; 10 – гильза

Установка инструмента. В резцовую головку установить резец (рис. 2.2) и настроить его вылет (H_p), рассчитанный по формуле:

$$H_p = \frac{D_p + d_{pr} - b}{2}, \quad (2.8)$$

где d_{pr} – диаметр шпинделя (диаметр резцовой головки) (для станка 2А78 – 78,0 мм);

b – диаметральный припуск на хонингование, мм (0,06–0,10 мм).

Установка резца на заданный размер осуществляется с помощью микрометра по величине H_p или с использованием специальной наладки.

Расчет режимов обработки. Обоснование режимов резания при расточке гильзы цилиндра сводится к выбору материала резца, оп-

ределению глубины резания (t), подачи (s), скорости резания (V_p) и частоты вращения шпинделя (n).

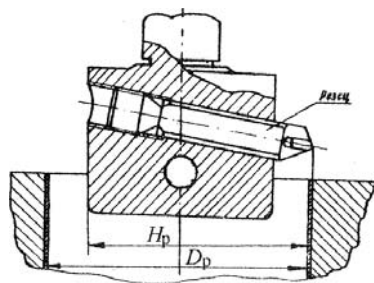


Рис. 2.2. Расчетная схема определения вылета и установки резца

Для расточки гильз цилиндров рекомендуется применять резцы с пластинками ВК-2, ВК-3 или с режущим элементом из сверхтвёрдого материала «Эльбор».

Глубина резания зависит от припуска на расточку и необходимого количества проходов резца. Учитывая, что увеличение глубины резания до 0,20 мм не снижает существенно качества обработки поверхности, цилиндры обычно растачивают под очередной ремонтный размер за один проход.

Припуск на обработку и глубина резания при расточке изношенных цилиндров являются величинами переменными. Поэтому определяют обычно максимальную глубину резания по зависимости:

$$t_{\max} = \frac{D_{\text{раст}} - D_{\min}}{2}, \quad (2.9)$$

где D_{\min} – наименьший диаметр изношенного цилиндра до расточки, мм.

Величина подачи (s) влияет на качество обработанной поверхности и производительность процесса, причем ее увеличение или уменьшение оказывает влияние на указанные два параметра в обратной пропорциональности. Тонкой расточке чугунных поверхностей соответствуют подачи 0,04–0,12 мм/об.

Более грубые подачи, имеющиеся на станке и выходящие за указанные пределы, можно использовать при предварительной расточке цилиндров в случае их обработки за несколько проходов (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Рекомендуемые режимы резания при расточке гильз цилиндров

Параметр расточки	Единица измерения	Материал резца			
		Пластинки ВК-2, ВК-3		«Эльбор»	
		Твердость гильзы			
		закаленной НВ 360–440	незакаленной НВ 160–260	закаленной НВ 360–440	незакаленной НВ 160–260
Подача s	мм/об.	0,125–0,200	0,04–0,18	0,03–0,50	0,03–0,50
Скорость резания V_p	м/мин	30–50	100–200	50–200	400–1000

Скорость резания V_p также оказывает существенное влияние на качество обработанной поверхности и определяется по эмпирическим зависимостям или по табл. 2.3.

Необходимая частота вращения шпинделя станка определяется по формуле:

$$n_{\text{ш}} = \frac{1000V_p}{\pi D_{\text{раст}}}. \quad (2.10)$$

Практически $n_{\text{ш}}$ следует принимать равным ближайшему меньшему значению по отношению к расчетному из числа возможных на станке.

Машинное время расточки T определяется по выражению:

$$T = \frac{L+l}{sn_{\text{ш}}}, \quad (2.11)$$

где L – длина растачиваемого цилиндра, мм;

l – величина холостого хода резца, мм (3–5 мм).

Расточка гильзы. Установить рукоятки коробки скоростей и подач в положения, соответствующие выбранным значениям частоты вращения шпинделя и величины подачи.

Маховичком ручной подачи подвести шпиндель к цилиндру так, чтобы резец касался верхнего торца цилиндра.

Проверить правильность установки и при необходимости отрегулировать положение упоров автоматического выключения движения шпиндельной бабки.

Упор, ограничивающий перемещение шпиндельной бабки вниз, устанавливается таким образом, чтобы он нажимал на рычаг конечного выключения при выходе резца из растачиваемого отверстия на 3–5 мм.

Установка упора, ограничивающего перемещение шпиндельной бабки вверх, производится с таким расчетом, чтобы он нажимал на рычаг конечного выключателя, когда шпиндель отойдет от растачиваемого отверстия на расстояние, достаточное для удобной смены инструмента или обрабатываемой детали.

Рукояткой включить кулачковую муфту, при помощи которой шпиндель включается в кинематическую цепь привода и ему сообщается вращательное движение.

Включить основной электродвигатель нажатием кнопки «Пуск» на панели. Включение станка производить по разрешению преподавателя или учебного мастера.

По окончании расточки необходимо включить на панели кнопку ускоренного подъема шпинделя и вывести шпиндель из цилиндра.

Измерить индикаторным нутромером диаметр расточенного цилиндра в трех сечениях и двух плоскостях и результаты записать в журнал. Определить максимальные значения овальности и конусности.

Сравнить полученную величину и отклонения абсолютного размера со справочными данными по гильзам цилиндров двигателей.

После окончания работы необходимо привести рабочее место в порядок: очистить станок от стружки, протереть инструмент и приспособления, сложить инструмент в ящик и сдать учебному мастеру.

Окончательно оформить отчет о проделанной работе и сдать преподавателю.

Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать: наименование и цель лабораторной работы; краткое описание последовательности выполнения работы и необходимые при этом расчеты, эскизы, схемы; результаты обмера цилиндра двигателя до и после расточки; анализ полученных результатов и выводы.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность способа восстановления гильз цилиндров методом ремонтных размеров?
2. Какие модели расточных станков используются в ремонтном производстве для расточки гильз цилиндров двигателя?

3. Изложите методику обоснования ближайшего ремонтного размера гильзы цилиндра.

4. Изложите технологию расточки гильз цилиндров.

5. Как рассчитывается вылет резца при расточке гильзы цилиндра?

6. Сущность методов определения одностороннего линейного износа гильз цилиндров, преимущества и недостатки.

7. Что является установочной базой при расточке гильз цилиндров?

8. Назовите технические требования, предъявляемые к расточенным гильзам цилиндров.

Оснащение рабочего места

2.2.2. ХОНИНГОВАНИЕ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ

Цель и задачи работы

Цель работы – закрепить теоретические знания и приобрести практические навыки по хонингованию гильз цилиндров двигателя при их восстановлении способом ремонтных размеров.

Студент должен знать теоретические основы и технологический процесс хонингования гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания; содержание и порядок выполнения лабораторной работы; устройство и настройку вертикально-хонинговальных станков 3А833 и 3Г833; рекомендуемые режимы хонингования; методику оценки точности геометрических параметров и шероховатости поверхности гильзы цилиндра до и после хонингования; безопасные методы и приемы работы на хонинговальных станках.

Студент должен уметь выбирать и обосновывать оптимальные режимы хонингования применительно к конкретной гильзе цилиндров (скорости вращательного и поступательного движения, частоту вращения, длину хода и число двойных ходов хонинговальной головки); настраивать вертикально-хонинговальный станок на заданный режим и производить хонингование гильзы цилиндра; определить точность и качество гильзы цилиндра до и после хонингования; составлять технологический процесс на хонингование гильзы цилиндров.

Задание на выполнение работы

Ознакомиться с конструкцией и органами управления станка 3Г833.

Изучить работу основных узлов станка и правила его настройки.

Определить геометрические параметры гильзы до хонингования и режимы хонингования.

Произвести обработку гильзы, определить геометрические параметры гильзы после хонингования.

Убрать рабочее место, составить отчет по работе и защитить его.

1. Станок вертикально-хонинговальный 3Г833.
2. Хонинговальная головка (в зависимости от диаметра обрабатываемого цилиндра).
3. Гильза цилиндра двигателя после расточки.
4. Приспособление для установки и крепления гильзы на столе станка.
5. Индикаторные нутромеры НИ 75–100 мм и НИ 100–125 мм (ГОСТ 868–72).
6. Микрометры с пределами измерения МК 75–100 мм и 100–125 мм.
7. Эталоны шероховатости поверхности по чугуну.
8. Штангенциркуль с пределами измерения 0–250 мм.
9. Масштабная линейка длиной 300 мм.
10. Набор слесарного инструмента.
11. Обтирочный материал.

Техника безопасности

При выполнении работы запрещается:

- включать станок без разрешения преподавателя или учебного мастера;
- производить замеры и изменять положение органов управления в процессе хонингования;
- прикасаться к токоведущим и движущимся частям оборудования;
- работать в расстегнутой одежде, с не завязанными и не застегнутыми рукавами;
- пользоваться неисправным инструментом;
- включать станок без установки предохранительного щитка и с открытыми люками;
- выводить хонинговальную головку из гильзы цилиндра, не остановив станка.

При выполнении работы необходимо наблюдать за наличием смазки в коробке скоростей и за работой масляного насоса.

Общие сведения

Хонингование применяется для финишной обработки внутренних поверхностей (отверстий диаметром 5–1300 мм). Основное на-

значение этой операции состоит в достижении необходимой точности размеров и шероховатости поверхности.

В процессе хонингования обрабатываемая поверхность покрывается мельчайшей сеткой ромбовидных углублений, создающих своеобразные резервуары для удержания смазки на поверхности трения.

Хонинговальная головка одновременно совершает вращательное и возвратно-поступательное движения. При этом достигается шероховатость поверхности $Ra < 0,32$ мкм, точность размеров 6–8 качества и исправление геометрии отверстия. Исправление геометрии отверстия при хонинговании основывается на том, что при равной радиальной подаче всех брусков они испытывают различное давление в зонах наибольшего и наименьшего диаметров отверстия. Увеличение давления брусков на поверхность в зоне наименьшего диаметра вызывает более сильное режущее действие, а следовательно, и больший сьем металла, чем в зоне наибольшего диаметра. Такое явление будет иметь место до полного устранения погрешности формы отверстия и выравнивания при этом давления всех брусков.

Качество поверхности, получаемое после хонингования, и производительность процесса зависят от многих факторов: материала, твердости и зернистости абразивных брусков; соотношения скоростей возвратно-поступательного и вращательного движений; давления брусков на обрабатываемую поверхность; состава и количества подаваемой охлаждающей жидкости.

На рис. 2.3 показана схема установки хона в процессе хонингования.

Для обеспечения требуемой шероховатости поверхности хонингование производят в две стадии: предварительное (черновое) и окончательное (чистовое).

Хонингование ведется при обильной подаче смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) в зону резания для удаления стружки и продуктов износа с поверхности бруска и поверхности цилиндра. Кроме того, СОЖ отводит часть выделяющегося при резании тепла.

Состав СОЖ: керосин с добавлением 10–20 % индустриального масла И12А.

Гильзы цилиндров хонингуют на специальных вертикально-хонинговальных станках модели ЗГ833, ЗА833 и др. Обработка гильз цилиндров осуществляется с применением хонов (хонинговальных головок). В хонинговальной головке закрепляются бруски. Они имеют радиальную подачу. Хонинговальная головка может совер-

шать вращательное, а также одновременно вращательное и возвратно-поступательное движения.

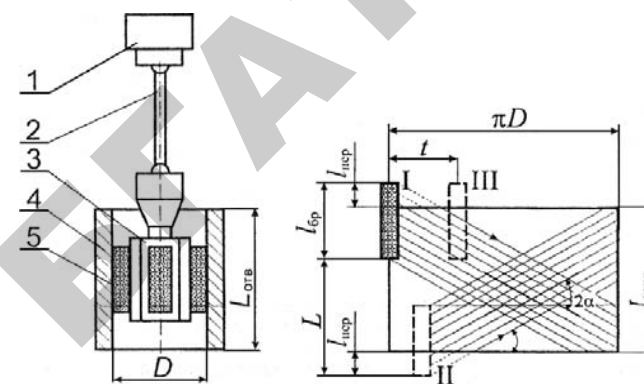


Рис. 2.3. Схема установки хона в процессе хонингования:
1 – шпindelь станка; 2 – шарнирное устройство; 3 – хонинговальная головка;
4 – гильза; 5 – хонинговальный брусок; α – угол подъема следа;
 2α – угол скрещивания следов; I, II, III – последовательные положения бруска за один двойной ход

Раздвижение брусков (радиальная подача) производится при помощи двух конусов, направленных в одну сторону. На станках современных моделей (ЗГ833) применяется разжим брусков на ходу. Разжим может осуществляться с помощью механического, пневматического или гидравлического привода. Кроме того, могут использоваться автоматический разжим брусков и приборы для активного контроля размера гильзы цилиндра.

При доводке гильз цилиндров нет необходимости в точном центрировании осей цилиндра и шпинделя. Хонинговальная головка крепится шарнирно и может самоустанавливаться по хонинговальной гильзе цилиндра. Однако при большом смещении осей шпинделя и цилиндра (более 5–10 мм) возможно нарушение геометрической формы (овальности) обрабатываемого отверстия.

Характеристики хонинговальных брусков выбирают в зависимости от рода и свойств материала цилиндра, требуемой шероховатости и условий хонингования. С увеличением давления и зернистости сьем металла увеличивается, чем выше требования к шероховатости, тем мельче должна быть зернистость. С увеличением зернистости твердость брусков должна выбираться выше.

Абразивный брусок характеризуется видом абразивного материала, зернистостью, твердостью, структурой, видом связки, классом, типом и габаритами. Для хонингования цилиндров двигателей рекомендуется применять как абразивные бруски из корунда или зеленого карборунда, так и бруски из синтетических алмазов, стойкость которых в 100–200 раз выше.

Перед употреблением брусков производится притирка их рабочих поверхностей по диаметру обрабатываемых цилиндров. Эта операция выполняется на бракованных гильзах. Для ускорения притирки применяют пасты из абразивного порошка и смазки УС-1 в соотношении 1:2. Притирка производится до достижения площади контакта брусков с поверхностью детали 60–70 %.

Хонингование алмазными брусками предпочтительнее. По сравнению с абразивными брусками алмазное хонингование имеет ряд преимуществ:

- снижается шероховатость обработанной поверхности;
- снижается давление брусков на обрабатываемую поверхность;
- повышается стойкость инструмента в 50–100 раз;
- повышается в 4–6 раз производительность обработки цилиндров;
- повышается в 1,5–2,0 раза точность обработки.

В процессе хонингования гильз цилиндров в основном сохраняется их форма, полученная расточкой. Если расточка выполнена в соответствии с техническими условиями, то для того, чтобы при хонинговании образующая гильзы цилиндра оставалась прямолинейной, необходимо, чтобы интенсивность снятия металла с обрабатываемой поверхности сохранялась одинаковой во всех частях цилиндра. Это достигается правильным подбором длины, брусков и определением величины их выхода за край цилиндра.

Выход брусков за край гильзы цилиндра позволяет скомпенсировать, уменьшение скорости резания в крайних положениях хонинговальной головки, так как в этих положениях скорость ее возвратно-поступательного движения становится равной нулю.

Для распространенных режимов обработки при соотношении скорости возвратно-поступательного и вращательного движений, равном 0,2, величина выхода брусков составляет 1/3 их длины.

Чрезмерно большая величина выхода брусков вызывает появление «корсетности», то есть повышенное снятие металла в верхней и нижней частях обрабатываемой гильзы цилиндра. Полная длина брусков должна быть такой, чтобы не происходило перекрытия брусками

средней части гильзы цилиндра. Требуется, чтобы расстояние между верхним краем бруска в нижнем положении головки и нижним краем бруска в верхнем положении головки было не менее 5 мм. При несоблюдении этих требований происходит повышенный съем металла в средней части цилиндра и образование бочкообразной его формы.

Для окончательной механической обработки гильз цилиндров, наряду с хонингованием абразивными и алмазными брусками, в ремонтном производстве применяют алмазное выглаживание, электромеханическое хонингование, вибрационное обкатывание, пластическое деформирование (раскатку), электромеханическое упрочнение и другие способы.

Окружная скорость вращения хонинговальной головки определяется по выражению:

$$V_{\text{вр}} = \frac{\pi D n}{1000}, \quad (2.12)$$

где D – диаметр обрабатываемого отверстия, мм;
 n – частота вращения хонинговальной головки, мин⁻¹.

Скорость возвратно-поступательного движения хонинговальной головки:

$$V_{\text{вп}} = \frac{2L n_{\text{двх}}}{1000}, \quad (2.13)$$

где $n_{\text{двх}}$ – число двойных ходов хонинговальной головки за 1 мин;
 L – длина рабочего хода хонинговальной головки (расстояние между центрами брусков при их крайнем верхнем и нижнем положениях), мм:

$$L = L_{\text{отв}} + 2l_{\text{пер}} - l_{\text{бр}}, \quad (2.14)$$

где $L_{\text{отв}}$ – длина обрабатываемого отверстия, мм;
 $l_{\text{пер}}$ – перебеги бруска за пределы отверстия, мм ($l_{\text{пер}} = (1/3 - 1/4)l_{\text{бр}}$);
 $l_{\text{бр}}$ – длина хонинговального бруска, мм ($l_{\text{бр}} = 0,5L_{\text{отв}}$).

Общая ширина брусков должна быть не менее 1/5 длины окружности обрабатываемого отверстия ($0,2\pi D$).

Окружная ($V_{\text{вр}}$) и возвратно-поступательная ($V_{\text{вп}}$) скорости при хонинговании определяются в зависимости от материала и твердости обрабатываемых деталей, а также хонинговальных брусков (табл. 2.4).

Таблица 2.4

Рекомендуемые режимы хонингования гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания

Параметры хонингования	Материал брусков			
	Карбокорунд зеленый		Синтетические алмазы	
	Чугун серый			
	закаленный 360–440 НВ	незакаленный 160–260 НВ	закаленный 360–440 НВ	незакаленный 160–260 НВ
1	2	3	4	5
Окружная скорость, м/мин	40–60	60–70	60–80	
Скорость возвратно-поступательного движения, м/мин	7,5–15			
Припуск на диаметр при хонинговании, мм:				
– предварительном (черновом);	0,04–0,08			
– окончательном (чистовом)	0,005–0,01			
Радиальная подача при хонинговании, мм/об.:				
– предварительном;	0,001–0,002			
– окончательном	0,0005–0,001			
Давление брусков при хонинговании, МПа:				
– предварительном;	0,8–1,2	0,2–0,3		
– окончательном	0,3–0,5	0,2–0,3		
Состав охлаждающей жидкости	Керосин или смесь керосина с 15–20 % масла И21А		Керосин или смесь керосина с 50 % масла И21А	
Материал (марка) брусков при хонинговании:				
– предварительном;	КЗ 10СТ1-К	АСр зернистостью 80, 100 мкм	АСр зернистостью 40, 50 мкм	

Окончание табл. 2.4

1	2	3	4	5
– окончательном	КЗ М20СМ1-К		АСМ зернистостью 20, 28 мкм	АСМ зернистостью 14, 20 мкм

Примечание. АСр – алмаз синтетический повышенной прочности; АСМ – алмаз синтетический нормальной абразивной способности, применяется для доводочных работ.

Изменение частоты вращения шпинделя производится переустановкой ремня в один из трех ручьев шкива главного привода.

Изменение скоростей возвратно-поступательного движения также достигается переустановкой ремня в один из трех ручьев привода подач.

Настройка и наладка станка

На пульте управления переключатель режимов необходимо поставить в положение «Ручной» и маховиком ручного ввода плавно ввести хонинговальную головку в обрабатываемое отверстие на глубину 2/3 длины бруска (длина бруска – 150 мм). Затем, выставив кулачок, расположенный на лимбе (коробка подач), ограничивающий движение ползуна вверх, необходимо с помощью ручного ввода установить хонинговальную головку так, чтобы она выходила внизу из обрабатываемого отверстия на 1/3 длины бруска, и выставить кулачок, ограничивающий движение ползуна вниз.

Необходимая частота вращения шпинделя задается установкой приводного ремня в один из ручьев шкива. Аналогично устанавливается необходимая скорость возвратно-поступательного движения ползуна.

Разжим брусков хонинговальной головки обеспечивается вращением маховика, расположенного в верхней части ползуна. Необходимое усилие разжима контролируется по указателю нагрузки.

Установив переключатель режимов управления в положение «Ввод хона», нажатием кнопки «Шпиндель пуск» и открытием крана охлаждения начинаем процесс хонингования.

Чтобы произвести измерение обрабатываемой гильзы, требуется нажать кнопку «Шпиндель стоп» и «Конец цикла».

Для повторного ввода хонинговальной головки бруски необходимо свести вращением маховика в обратную сторону и осуществить ввод.

Для местного хонингования (устранение конусности) предусмотрен механизм выхаживания.

В этом случае реверсирование хода ползуна осуществляется вручную с помощью рукоятки, находящейся на правой стороне коробки подач.

Справочные данные о гильзах цилиндров двигателя Д-240

Материал – серый чугун СЧ-21.

Твердость поверхности НВ – 360–440.

Термообработка – высокочастотная закалка на глубину 1,5–2,0 мм.

Шероховатость поверхности хонингования $Ra \leq 0,63$ мкм.

Овальность и конусность внутренней поверхности гильзы – не более 0,02 мм.

Номинальный диаметр гильзы цилиндра:

– группа Б – $110^{+0,06}_{+0,04}$;

– группа С – $110^{+0,04}_{+0,02}$;

– группа М – $110^{+0,02}$.

Гильза цилиндра имеет один ремонтный размер – 110,7 мм.

Высота гильзы равна 247 мм.

Справочные данные о гильзах цилиндров двигателя ЗМЗ-53

Материал – легированный чугун ИЧГ-33М.

Твердость поверхности НВ – 160–260.

Шероховатость поверхности $Ra \leq 0,63$ мкм.

Овальность и конусность внутренней поверхности гильзы – не более 0,02 мм.

Номинальный диаметр гильзы цилиндра:

– группа А – $92^{+0,12}$;

– группа Б – $92^{+0,24}_{+0,12}$;

– группа В – $92^{+0,36}_{+0,24}$;

– группа Г – $92^{+0,48}_{+0,36}$;

– группа Д – $92^{+0,60}_{+0,48}$.

Гильза цилиндра имеет три ремонтных размера с увеличением диаметра на 0,5; 1,0 и 1,5 мм соответственно.

Высота гильзы равна 155 мм.

Порядок выполнения работы

Подготовка к работе. Протереть поверхность гильзы цилиндра и измерить ее в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и трех сечениях по длине. Результаты измерений занести в журнал формы табл. 2.2.

Рассчитать ближайший ремонтный размер гильзы цилиндров и определить припуск на хонингование:

$$2z'' = D'_p - D_{\min}, \quad (2.15)$$

где D'_p – нижнее отклонение ремонтного размера D_p , мм;

D_{\min} – минимальный диаметр расточенного цилиндра, мм, определить по журналу измерений (табл. 2.2).

Расчет режимов обработки. Выбрать по рекомендациям табл. 2.4 скорости вращательного и возвратно-поступательного движений хонинговальной головки. Рассчитать скорость вращения шпинделя:

$$n_x = \frac{1000V_{\text{вп}}}{\pi D_p} \quad (2.16)$$

и уточнить n_x и $V_{\text{вп}}$ по паспорту станка из условия $n_x < n_c$ и $V_{\text{вп}} < V_{\text{вп}}^c$ (n_c и $V_{\text{вп}}^c$ – скорости вращательного и возвратно-поступательного движений шпинделя по технической характеристике).

Определить величину перебега брусков:

$$l_{\text{пер}} = \frac{1}{3} l_{\text{бр}}. \quad (2.17)$$

Рассчитать величину хода хонинговальной головки по формуле (2.13). Определить число двойных ходов хона за 1 мин:

$$n_2 = \frac{1000V_{\text{вп}}^c}{2L}. \quad (2.17)$$

Определить число двойных ходов хона для снятия припуска $2z''$:

$$n_1 = \frac{z''}{t_1}, \quad (2.19)$$

где z'' – припуск на сторону, мм;

t_1 – слой металла, снимаемый за один двойной ход хона, мм ($t_1 = (0,0004-0,002)$ мм для чугуна, $t_1 = (0,001-0,0016)$ мм для закаленной стали).

Определить основное машинное время:

– при предварительном (черновом) хонинговании:

$$T_n = k_1 z_n'' = 0,126 z_n'', \quad (2.20)$$

– при окончательном (чистовом) хонинговании:

$$T_o = k_2 z_o'' = 0,121 z_o'', \quad (2.21)$$

где z_n'' , z_o'' – припуски на сторону соответственно при предварительном и окончательном хонинговании, мм.

Для ориентировочных расчетов основного времени на выполнение операций предварительного и окончательного хонингования может использоваться формула:

$$T_{\text{осн}} = \frac{n_1}{n_2}. \quad (2.21)$$

Хонингование гильзы. Установить и закрепить бруски в держателях хонинговальной головки.

Присоединить головку к шпинделю станка, застопорить с помощью кольца.

Сжать бруски.

Установить гильзу в приспособление, закрепить; допустимая погрешность центровки – 5 мм.

Установить требуемые параметры в соответствии со схемой наладки станка (клиноременные передачи).

Установить ограничительные кулачки реверса в соответствии с рассчитанной величиной хода хонинговальной головки, для чего:

– включить станок, должна загореться контрольная лампа на пульте управления;

– убедиться, что ползун вместе с хонинговальной головкой находится в крайнем верхнем положении и самопроизвольно не опускается (при самопроизвольном опускании нажать кнопку «Общий стоп»);

– поставить переключатель режимов в положение «Ввод хона»;

– нажать кнопку «Подача – пуск» для включения электродвигателя подачи (при самопроизвольном опускании ползуна нажать кнопку «Общий стоп»);

– кратковременными толчками кнопки «Толчковый» подвести хонинговальную головку к обрабатываемому отверстию на расстояние не менее 50 мм (если хонинговальная головка опускается без остановок, нажать кнопку «Общий стоп» или перевести переключатель из положения «Ввод хона» в положение «Ручной»);

– переключатель режимов поставить в положение «Ручной» и маховиком ввести хонинговальную головку в отверстие цилиндра;

– ослабить крепление кулачков на диске механизма реверсирования хода ползуна, рукоятку реверса установить в положение «Вниз», после чего опустить хонинговальную головку в отверстие цилиндра, подвести кулачок с выступом на диске механизма реверса до соприкосновения его торца с поводком переключателя реверса и закрепить его;

– маховиком опустить хонинговальную головку в цилиндр на величину хода хонинговальной головки L , пользуясь шкалой на диске механизма реверса, и в этом положении закрепить второй кулачок (рукоятка должна быть в положении «Вверх», а торец второго кулачка при этом должен соприкоснуться с поводком конечного переключателя реверса);

– установить переключатель режимов в положение «Ввод хона», нажать кнопку «Толчковый» и проверить ход хонинговальной головки (при ненормальном движении нажать кнопку «Общий стоп»).

Произвести обработку гильзы, для чего:

– маховиком механизма разжима разжать бруски на требуемое усилие;

– открыть кран подачи охлаждающей жидкости;

– нажать кнопку «Шпиндель – пуск» и произвести хонингование гильзы цилиндра в течение рассчитанного $T_{\text{осн}}$;

– по окончании цикла обработки нажать кнопку «Конец цикла» (хонинговальная головка должна выйти из отверстия цилиндра вверх и остановиться в крайнем верхнем положении).

Снять гильзу со станка, выключить станок, убрать рабочее место.

Оформить отчет о проделанной работе.

Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать: наименование и цель лабораторной работы, краткое описание и схему процесса хонингования, выбор и расчет режимов хонингования, операционное описание технологического процесса хонингования и выводы.

Контрольные вопросы

1. Какие модели хонинговальных станков используются в ремонтном производстве для обработки гильз цилиндров двигателя?
2. В каких пределах рекомендуется выдерживать скорость хонингования для предварительной и окончательной обработки цилиндров?
3. Назовите оптимальное отношение скорости возвратно-поступательного движения хонинговальной головки к окружной скорости.
4. Какой зернистости и твердости рекомендуются абразивные бруски для черного и чистового хонингования? Назовите рекомендуемые бруски для алмазного хонингования. Какие преимущества алмазного хонингования?
5. Как определить длину хода хонинговальной головки?
6. В каких пределах рекомендуется устанавливать выход брусков хонинговальной головки за пределы цилиндра?
7. Какая жидкость может быть применена при хонинговании для охлаждения и удаления абразивных частиц и металлической стружки?
8. Какую шероховатость должны иметь окончательно обработанные поверхности цилиндров?
9. Какие рекомендуются пределы припуска на черновое и чистовое хонингование?
10. Назовите другие способы (кроме расточки и хонингования) обработки гильз цилиндров на ближайший ремонтный размер. В чем их преимущества и недостатки?

3. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗНОШЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ СПОСОБОМ УСТАНОВКИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ РЕМОТНОЙ ДЕТАЛИ (ДРД)

Цель и задачи работы

Цель работы – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по восстановлению деталей машин способом дополнительной ремонтной детали (ДРД).

Студент должен знать правила техники безопасности при применении способа ДРД, технические условия на приемку деталей в ремонт; сущность и технологический процесс устранения различных дефектов деталей способом ДРД, применяемое оборудование, приспособления и инструмент.

Студент должен уметь обосновывать наиболее перспективный метод применения ДРД для различных дефектов и классов деталей, составлять технологические маршруты восстановления деталей, рассчитывать параметры ДРД, разрабатывать технические требования и технологические режимы на выполняемые операции.

Задание на выполнение работы

Изучить технику безопасности при выполнении работы.

Изучить методы и особенности устранения различных дефектов деталей с применением ДРД.

Выбрать и обосновать способ восстановления детали с применением ДРД.

Разработать технологический маршрут восстановления детали с применением ДРД.

Обосновать технические требования, технологические режимы, состав оборудования, приспособлений и инструмента для выполнения операций.

Оформить и защитить отчет.

Оснащение рабочего места

1. Радиально-сверлильный станок 2Е52.
2. Верстак слесарный на одно рабочее место.
3. Зенковка коническая.
4. Комплект инструмента ОР-5526-ГОСНИТИ для ремонта резьбовых соединений.
5. Резьбовые спиральные вставки.
6. Набор сверл Ø3,0–32,0 мм.
7. Электрическая шлифовальная машина ИЭ-2009.
8. Кондуктор специальный для сверления отверстий под фигурный паз.
9. Фигурные вставки (стягивающие и уплотняющие).
10. Пробойник.
11. Пистолет для обдува сжатым воздухом ГАРО-199.
12. Анаэробные герметики УН-8 (УН-9, АК-17 или др.).
13. Емкость с ацетоном.

Техника безопасности

Работы должны выполняться только в присутствии лаборанта и по его указанию.

Применяемый слесарный инструмент должен быть исправным, не иметь трещин, заусенцев, сколов.

При проведении сверлильных операций детали должны быть прочно закреплены.

При использовании ацетона и полимерных материалов необходимо хранить их в герметичных упаковках и соблюдать требования пожаробезопасности.

Общие сведения

Сущность способа дополнительных ремонтных деталей (ДРД) состоит в замене поврежденной части детали или установке дополнительных элементов (компенсаторов износа) при устранении дефектов с восстановлением первоначальной формы и размеров детали при необходимости. Рабочая поверхность ДРД по своим свойствам должна соответствовать восстанавливаемой поверхности детали.

Способ ДРД находит свое применение при:

- восстановлении внутренних и наружных цилиндрических, конических и гладких поверхностей пластинированием;
- восстановлении рабочих органов машин обрезкой и приваркой быстроизнашивающихся элементов;
- восстановлении резьбовых соединений спиральными вставками;
- заделке трещин и восстановлении герметичности фигурными вставками;
- устранении торцевого износа подвижных зубчатых передач методом осевой коррекции;
- восстановлении деталей бандажированием;
- устранении трещин, пробоев накладками и заплатами.

Соединение ДРД с основой обычно производится за счет посадки с натягом, клея, сварки, раскатки, штифтов и стопорных винтов.

Преимуществами способа ДРД являются относительная простота реализации, достаточно широкий спектр применения, возможность повышения ресурса детали. Однако применение способа ДРД не всегда экономически оправдано. В ряде случаев снижаются механическая прочность, жесткость, повышается теплонапряженность, что ускоряет изнашивание деталей в процессе эксплуатации. Необходимо также изготавливать и хранить дополнительные запасные части.

Ремонт резьбовых отверстий резьбовыми спиральными вставками

Установка спиральных вставок – относительно новый способ ремонта резьбовых отверстий в чугунных, стальных и алюминиевых деталях.

Спиральные вставки (рис. 3.1) изготавливают из нержавеющей проволоки ромбического сечения в виде пружинящей спирали с жесткими производственными допусками. Установленная в резьбовое отверстие детали спиральная вставка образует высококачественную гаечную резьбу с предусмотренным по нормам исходным номинальным диаметром, соответствующим ГОСТ 9150–59.

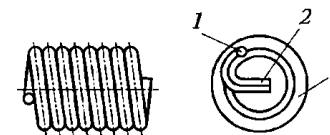


Рис. 3.1. Спиральная резьбовая вставка: 1 – прорезь; 2 – поводок; 3 – спираль

Другими преимуществами постановки спиральных вставок являются:

- возможность получения резьбы номинального размера;
- повышение прочности резьбовых соединений, особенно в чугунных и алюминиевых корпусах;
- возможность восстановления отверстий в тонкостенных корпусных деталях;
- отсутствие термического влияния;
- снижение концентрации напряжений и улучшение восприятия динамических нагрузок;
- простота, доступность и высокое качество ремонта.

Оснастка и инструмент. Для ремонта резьбовых отверстий применяют комплект инструмента и оснастки ОР-5526-ГОСНИТИ. Для удобства работы этот комплект размещен в двух металлических коробках. В одной коробке размещен комплект № 1 для ремонта резьбовых отверстий от М8 до М14, в другой – комплект № 2 для ремонта резьбовых отверстий от М16 до М20. Каждый комплект состоит из сверл для рассверливания изношенных резьбовых отверстий, метчиков для нарезания резьбы в рассверленных отверстиях под спиральные вставки, ключей для ввертывания спиральных вставок, бородков для удаления технологического поводка в спиральных вставках, трехгранных ключей для вывертывания бракованных вставок, набора специальных (резьбовых) вставок.

Технологические указания. Процесс ремонта неисправных резьбовых отверстий спиральными вставками состоит из дефектации резьбовых отверстий; рассверливания изношенной резьбы в детали до определенного размера; нарезания новой резьбы с тем же шагом под спиральную вставку; установки спиральной вставки; удаления технологического поводка; контроля отремонтированного резьбового соединения.

Дефектацию резьбового отверстия производят осмотром или проходным и непроходным резьбовыми калибрами требуемых размеров. Если при внешнем осмотре обнаружено более двух ниток сорванной или смятой резьбы либо при проверке резьбовыми калибрами-пробками непроходной калибр ввертывается полностью в проверяемое резьбовое отверстие, то оно подлежит ремонту. Подлежащие ремонту отверстия рассверливают до определенного размера, руководствуясь данными табл. 3.1.

Размеры отверстий под нарезание резьбы для спиральных вставок

Нормальная резьба дефектного отверстия	Диаметр сверла	Диаметр рассверленного отверстия	Размер метчика
М6	7,0	6,96–7,12	М8×1
М8	8,7	8,70–8,86	М10×1,25
М10	10,5	10,5–10,62	М12×1,5
М12	12,2	12,18–12,36	М14×1,75
М12×1,25	12,7	12,70–12,86	М14×1,25
М14	14,0	13,90–14,13	М16×2
М14×1,5	14,5	14,45–14,62	М16×1,5
М16	16,2	16,20–16,40	М18×2
М16×1,5	16,5	16,45–16,62	М18×1,5
М18	18,0	18,10–18,40	М20×2,5
М18×1,5	18,0	18,90–19,13	М20×1,25
М20	20,0	20,10–20,40	М22×2,5
М22	22,0	22,10–22,40	М24×2,5
М24	24,1	24,14–24,46	М27×3
М27	27,0	27,14–27,46	М30×3
М30	29,6	29,55–29,88	М33×3,5

В рассверленном отверстии соответствующим стандартным метчиком нарезают необходимую резьбу, например, для резьбы М12×1,75 – резьбу М14×1,75 (табл. 3.1). Резьбу в отверстиях нарезают на ту же глубину, что была до рассверливания.

Спиральную вставку надевают на головку ключа так, чтобы технологический поводок вставки вошел в паз на головке ключа. Затем ключ устанавливают перпендикулярно поверхности подготовленного резьбового отверстия и, вращая за рукоятку, ввертывают вставку в резьбовое отверстие до тех пор, пока верхний виток вставки не будет утопать на 1–1,5 витка от поверхности детали. После ввертывания ключ, перемещая за рукоятку, снимают с технологического поводка спиральную вставку. Технологический поводок удаляют с помощью бородка соответствующего размера ударом молотка.

Для удаления поврежденной вставки используют трехгранный ключ. Его устанавливают перпендикулярно поверхности детали, где находится отверстие с резьбовой вставкой, которую необходимо удалить, и резким ударом молотка вгоняют ключ во вставку до середины диаметра первого витка, затем, вращая ключ против часовой стрелки, удаляют вставку.

Отремонтированное спиральной вставкой резьбовое отверстие контролируют резьбовыми калибр-пробками или новым болтом соответствующего размера, которые должны ввертываться вручную на всю глубину спиральной вставки без заедания.

Фиксирующие и герметизирующие свойства посадки спиральных вставок в резьбовых отверстиях можно значительно повысить использованием при ввинчивании вставок анаэробных герметиков типа УГ-7, УГ-9 и др. Показатели эффективности применения резьбовой спиральной вставки приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Показатели технико-экономической эффективности способов восстановления резьбовых отверстий

Способ восстановления	Относительная стоимость	Коэффициент долговечности
Способ ремонтных размеров	1	0,95
Применение сварки	1,13	0,85
Установка резьбового свертыша	1,46	1,00
Установка резьбовой спиральной вставки	0,47	1,50

Ремонт деталей с помощью фигурных вставок

С помощью фигурных вставок можно ремонтировать трещины в головках и блоках цилиндров двигателей, корпусах коробок передач, задних мостах и других деталях. Этот метод позволяет избежать изменения структуры металла, возникновения остаточных напряжений и искажений геометрии восстанавливаемых корпусных деталей, обеспечивает гарантированную прочность соединения. Нецелесообразно применять его для трещин, проходящих через масляную магистраль, резьбовые отверстия, опоры коренных подшипников блоков цилиндров, посадочные места под подшипники, а также для трещин, расположенных в труднодоступных местах.

Фигурные вставки изготавливают из малоуглеродистой стали в виде цилиндров, соединенных между собой перемычками. Паз имеет форму вставки и представляет собой ряд цилиндрических отверстий, соединенных пропилом, по ширине равным перемычке вставки.

Устраняют трещины в корпусных деталях двумя видами фигурных вставок – уплотняющими и стягивающими.

Уплотняющие вставки применяют для заделки трещин длиной более 50 мм с обеспечением герметичности как толстостенных, так и тонкостенных деталей. Их целесообразно применять для деталей с трещинами длиной не более 400 мм, шириной не более 1,5 мм, а толщина стенки детали не должна быть для тонкостенных деталей менее 5 мм и для толстостенных – 9 мм. Для обеспечения герметичности применяют эпоксидные составы или анаэробные герметики.

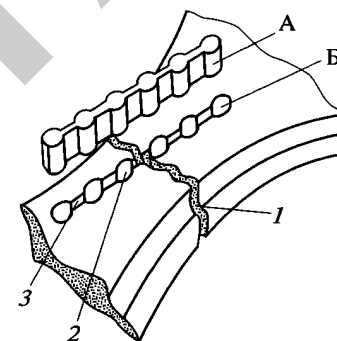


Рис. 3.2. Схема устранения трещин стягивающими фигурными вставками:

А – фигурная вставка; Б – фигурный паз;

1 – трещина; 2 – отверстие; 3 – канавка между отверстиями

Стягивающие фигурные вставки применяют для стягивания трещин на плоских и внутренних цилиндрических поверхностях за счет разности шагов (0,1–0,3 мм) вставки и отверстий, просверленных по кондуктору в детали (рис. 3.2). Трещины с шириной раскрытия до 0,3 мм стягивают фигурными вставками, а с шириной раскрытия больше 0,3 мм предварительно стягивают струбцинами, а затем вставками. При стягивании трещин длиной до 40 мм устанавливают посередине одну вставку. При стягивании трещин длиной свыше 40 мм вставки устанавливают на расстоянии 25–40 мм друг от друга.

В ремонт принимают детали с трещинами шириной до 0,3 мм, расположенными на плоскостях размером не менее 50×50 мм и на расстоянии не менее 25 мм от края.

Технологический процесс ремонта деталей состоит из следующих операций: дефектация; подготовка фигурного паза; запрессовка в него фигурной вставки; зачистка отремонтированного участка; проверка качества ремонта.

Дефектуют детали с помощью лупы пятикратного увеличения. Зону трещины очищают от ржавчины и определяют ее границы. При подготовке фигурного паз сверлят по кондуктору перпендикулярно трещине шесть отверстий (по три с каждой стороны) диаметром 3,5 мм, шагом 4,2 мм, глубиной 10 мм; удаляют перемычки между просверленными отверстиями специальным пробойником шириной 1,8 мм; подготовленный паз обдувают сжатым воздухом. Затем в паз запрессовывают фигурную вставку до упора и зачищают отремонтированный участок заподлицо с основным металлом.

Качество ремонта проверяют визуально, а в случае необходимости – и на гидравлическом стенде.

Применение способа ДРД при ремонте зубчатых переключаемых передач осевой коррекцией

Рассматриваемый способ ремонта переключаемых передач без восстановления первоначальной формы зубьев проводится посредством сдвига изношенных шестерен вдоль оси вала на определенную величину, чем достигаются улучшение параметров зацепления и требуемая работоспособность передач.

В ремонт принимают парные шестерни зубчатых передач, выбракованные по торцевому износу зубьев и имеющие остаточную длину зубьев не менее 0,7 первоначальной при измерении по середине головки зубьев.

Ремонт зубчатых переключаемых передач осуществляют смещением фиксированной шестерни с применением компенсаторов износа (рис. 3.3а) или увеличением глубины включения (рис. 3.3б).

При ремонте агрегатов, имеющих несколько зубчатых переключаемых передач, допускается комбинирование этих двух способов ремонта (см. табл. 3.3 и рис. 3.3).

Таблица 3.3

Зубчатые переключаемые передачи КПП тракторов МТЗ-80/82, рекомендуемые для ремонта осевой коррекцией зацепления

Передача	Обозначение шестерен	Остаточная длина зубьев, мм	Рекомендуемый сдвиг, мм	Ремонт
1	2	3	4	5
I	50-1701212-А 50-1701216	19–22 15–17	4	Совместно с ремонтом IV передачи

1	2	3	4	5
III	70-1701045 50-1701214	31–35	6	Увеличением глубины включения (только совместно с ремонтом IV передачи)
IV	50-1701048-А 50-1701216	16–18 15–17	4	Смещением фиксированной шестерни
V	50-1701048-А	15–18 15–17	4	Смещением фиксированной шестерни
3.X.	50-1701212-А 50-1701082-1	19–22	4	Смещением фиксированной шестерни

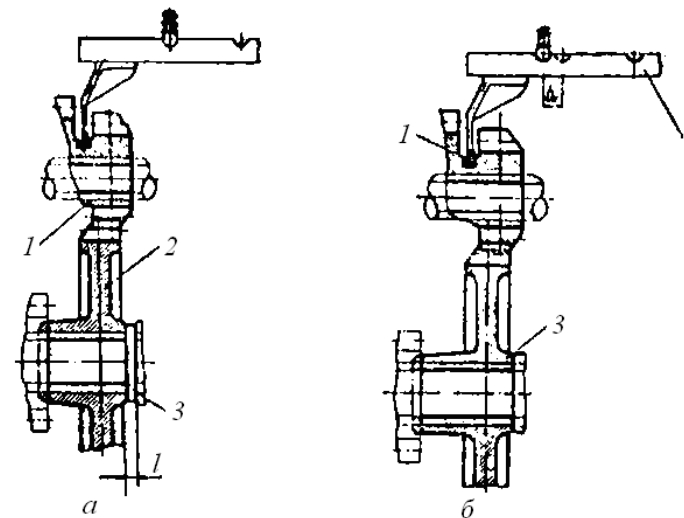


Рис. 3.3. Ремонт осевой коррекцией (сдвигом):
а – смещением фиксированной шестерни: 1 – скользящая шестерня; 2 – фиксированная шестерня с подрезанной ступицей; 3 – компенсатор; *l* – величина сдвига; б – увеличением глубины включения: 1 – скользящая шестерня; 2 – вилка с перенесенным пазом под фиксатор; 3 – фиксированная шестерня

Способ замены части детали

Отделяется изношенная часть. На ее место присоединяется (как правило, сваркой) заготовка. Затем осуществляется механическая обработка. Восстановление деталей рассматриваемым способом является общедоступным и надежным. Этот способ отличается простотой технологического процесса, позволяет повысить ресурс деталей. Однако применение ДРД не всегда экономически оправдано. В ряде случаев снижаются механическая прочность, жесткость, повышается теплонапряженность, что ускоряет изнашивание деталей в процессе эксплуатации.

Порядок выполнения работы

1. Восстановление резьбового отверстия спиральной вставкой.

Продефектовать резьбовое отверстие и составить технологический маршрут на его восстановление.

Обосновать технические требования и технологические режимы выполнения операций.

Выбрать необходимое оборудование, приспособления и инструмент.

Восстановить резьбовое отверстие и проверить качество ремонта.

2. Заделка трещины фигурными вставками.

Продефектовать деталь, выявить границы и размеры трещины.

Выбрать и обосновать способ заделки трещины и тип фигурной вставки.

Составить технологический маршрут заделки трещины фигурной вставкой.

Обосновать технические требования к выполняемым операциям и состав оборудования, приспособлений и инструмента.

Произвести заделку трещины и проконтролировать качество ремонта детали.

3. Восстановление посадочных отверстий в корпусной детали или зеркала гильзы цилиндров способом ДРД.

Произвести дефектацию детали.

Выбрать и обосновать оптимальный способ восстановления детали.

Составить технологический маршрут восстановления детали для выбранного способа.

Обосновать параметры ДРД, технические требования к выполняемым операциям, технологические режимы и необходимую оснастку.

Определить способы контроля качества ремонта детали.

Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать: наименование и цель лабораторной работы, выбор и обоснование способа восстановления детали с применением ДРД, расчет параметров ДРД, технологический маршрут восстановления детали, технические требования к технологическому процессу и технологические режимы выполнения операций и выводы.

Контрольные вопросы

1. В чем состоят преимущества и недостатки способа ДРД?
2. Как восстановить резьбовое отверстие спиральной вставкой и обеспечить герметичность соединения?
3. В чем заключаются технические требования на применение фигурных уплотняющих и стягивающих вставок?
4. Дать краткий сравнительный анализ способов восстановления посадочных отверстий в картере КПП трактора МТЗ-80 с применением ДРД.
5. Привести примеры использования способа ДРД при восстановлении рабочих органов машин. В чем их преимущества и недостатки?
6. Что такое бандажирование? Привести примеры его использования?
7. В чем состоят преимущества и недостатки ремонта зубчатых колес методом осевой коррекции?

4. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

Цель и задачи работы

Цель работы – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по восстановлению деталей машин пластическим деформированием.

Студент должен знать правила техники безопасности при применении способа пластического деформирования, технические условия на приемку деталей в ремонт; сущность и технологический процесс устранения различных дефектов деталей этим способом, применяемые оборудование, приспособления и инструмент.

Студент должен уметь обосновывать наиболее перспективный метод применения пластического деформирования для различных дефектов и классов деталей, составлять технологические маршруты восстановления деталей, разрабатывать технические требования и технологические режимы на выполняемые операции.

Задание на выполнение работы

Изучить технику безопасности при выполнении работы.

Изучить методы и особенности устранения различных дефектов деталей с применением пластического деформирования.

Выбрать и обосновать способ восстановления детали с применением пластического деформирования.

Разработать технологический маршрут восстановления детали с применением пластического деформирования.

Обосновать технические требования, технологические режимы, состав оборудования, приспособлений и инструмента для выполнения операций.

Оформить и защитить отчет.

Работы должны выполняться только в присутствии лаборанта и по его указанию.

Применяемый слесарный инструмент должен быть исправным, не иметь трещин, заусенцев, сколов.

При проведении сверлильных операций детали должны быть прочно закреплены.

Общие сведения

Сущность пластической деформации металлов состоит в изменении формы металлического тела под действием механической нагрузки, которая не сопровождается разрушением тела и не исчезает после снятия нагрузки.

Различают объемное и поверхностное пластическое деформирование.

Для восстановления деталей объемным пластическим деформированием выполняют различные формоизменяющие технологические операции: раздачу, осадку, обжатие, накатку и др.

Раздачей восстанавливают наружные размеры полых деталей за счет увеличения внутренних размеров.

Осадку применяют для уменьшения внутреннего и увеличения наружного диаметров полых деталей, а также для увеличения наружного диаметра деталей сплошного сечения за счет уменьшения их длины.

Обжатие применяют для уменьшения внутреннего диаметра полых деталей за счет уменьшения их наружного диаметра.

Накатка применяется при компенсации износа наружных цилиндрических поверхностей деталей.

При применении поверхностного пластического деформирования выполняют: электромеханическую или дробеструйную обработку, обкатывание шарами и роликами, алмазное выглаживание.

Технология термогидравлической раздачи

Способ термогидравлической раздачи заключается в нагреве полых детали до закалочной температуры и пропускании потока охлаждающей жидкости через ее внутреннюю поверхность. В результате разностей скоростей охлаждения внутренних и наружных

поверхностей происходит объемное расширение металла, увеличение наружного диаметра и длины детали. Величина прироста по наружному диаметру зависит от времени нагрева и охлаждения, толщины стенки, температуры охлаждающей среды.

Этот способ получил применение для восстановления поршневых пальцев. Восстанавливать можно пальцы диаметром 42–50 мм и длиной 102–110 мм. Диаметр поршневых пальцев увеличивается на 0,10–0,15 мм, длина – на 0,2–0,3 мм.

Технологический процесс восстановления поршневых пальцев термогидравлическим способом включает следующие операции:

005 – моечная (машина ОМ-6083, раствором МС-8 при 75–85 °С с последующим ополаскиванием холодной водой);

010 – дефектовочная (сортируют на две группы: годные и негодные для восстановления);

015 – термогидравлическая (высокочастотный нагрев и охлаждение);

020 – бесцентровошлифовальная (1-е черновое шлифование наружной поверхности на станке модели ЗШ 185);

025 – бесцентровошлифовальная (2-е черновое шлифование наружной поверхности на станке модели ЗШ 185);

030 – бесцентровошлифовальная (3-е черновое шлифование наружной поверхности на станке модели ЗШ 185);

035 – шлифовальная (обработка торцов в кассетах на станке модели ЗБ722);

040 – полировальная (обработка наружных фасок в приспособлении на модели ТШН-400);

045 – зенковочная (обработка зенкером на сверлильном станке внутренних фасок);

050 – полировальная (обработка наружных фасок);

055 – бесцентровошлифовальная (1-е чистовое шлифование наружной поверхности на станке модели Л297С1);

060 – бесцентровошлифовальная (2-е чистовое шлифование на станке модели ЗШ 184);

065 – полировальная (доводка наружной поверхности на станке ЗШ 184Д);

070 – моечная (споласкивание в моечной машине ОМ-6083);

075 – контрольно-сортировочная (сортируют на группы по размеру и массе);

080 – маркировочная (обозначение групп);

085 – консервационная (на автооператоре консервируют, упаковывают в ингибированную бумагу и укладывают в картонные ящики).

Технологический процесс рекомендуется при рациональной загрузке оборудования при двухсменной работе. Годовая программа такого ремонтного производства составляет 1,2–1,5 млн поршневых пальцев.

Технология электромеханической обработки

Электромеханическая обработка (ЭМО) – разновидность восстановления и упрочнения деталей пластическим деформированием. Этот способ заключается в электромеханическом местном воздействии на поверхностный слой металла. Через контакт инструмента с деталью пропускается ток большой силы и низкого напряжения, что приводит к локальному нагреву.

Особенностью процесса ЭМО являются тепловое и силовое воздействия на поверхностный слой, осуществляемые одновременно.

Источниками тока являются понижающие трансформаторы мощностью до 25 кВт. Напряжение во вторичной обмотке составляет 2–6 В. Ток равняется 400–1400 А. Созданы специальные установки УЭМО-1 и УЭМО-2 для ремонтного производства.

При пропускании электрического тока через контакт инструмента с деталью происходит мгновенный разогрев поверхности. Этот участок детали одновременно деформируется инструментом. За счет интенсивного отвода теплоты в массу детали локальный участок поверхности подвергается закалке. Обеспечивается получение мелкозернистой структуры, однородной по твердости.

При упрочнении деталей, наплавленных Нп-30ГСА в среде CO₂, рекомендуются следующие режимы ЭМО: $J = 550$ А; $P = 3,0$ кН; $V = 100$ м/мин; $S = 0,2$ мм/об.

Технология дробеструйной обработки

Дробеструйная обработка стальной поверхности обеспечивает неглубокую пластическую деформацию (до 0,5–0,7 мм). Применяется для обработки рессорных листов и пружин, зубчатых колес, шатунов, деталей, имеющих сварные соединения. Используется стальная либо чугунная дробь диаметром 0,8–2,0 мм.

Режим обработки определяется скоростью подачи дроби до 70–100 м/с. Продолжительность операции дробеструйной обработки длится от 3,0 до 10,0 мин. Дробеструйную обработку осуществляют механическими или пневматическими дробеметами.

В механических дробеметах дробь выбрасывается вращающимся с большой скоростью барабаном. В пневматических дробеметах дробь транспортируется к поверхности детали потоком сжатого воздуха под давлением 0,5–0,6 МПа.

Технология обкатывания шарами и роликами

Технологический процесс обкатывания шарами и роликами применяется для упрочнения наружных и внутренних поверхностей вращения, галтелей, плоскостей и различных фасонных поверхностей.

Обкатывание выполняется на токарно-винторезных или специальных станках. Инструментом служит обкатное приспособление (т. н. обкатник).

Технологические режимы упрочнения включают:

- скорость обкатывания – 30–150 м/мин;
- подачу деформирующего инструмента – 0,1–0,5 мм/об. на ролик и 0,01–0,05 мм/об. на шарик;
- усилие накатки (устанавливается опытным путем);
- число проходов – 2–4.

Технология алмазного выглаживания

Алмазное выглаживание заключается в обработке поверхностного слоя детали инструментом, рабочей частью которого является сферическая поверхность кристалла алмаза с радиусом закругления 1–3 мм.

Предварительную обработку поверхности выполняют шлифованием, тонким точением или растачиванием.

Технологическими параметрами технологии являются: радиус закругления алмаза, мм; скорость выглаживания, м/мм; подача, мм/об.; усилие выглаживания, Н.

Радиус алмаза выбирают с учетом твердости обрабатываемой поверхности. При твердости менее 300 НВ радиус равняется 2,5–3,5 мм. При твердости 35–50 HRC радиус – 1,5–2,5 мм, а при 50–65 HRC – 1,3–2 мм.

Скорость выглаживания для сталей твердостью менее 300 НВ составляет 10–80 м/мин, подача рекомендуется в пределах до 0,04–0,08 мм/об. Для сталей с твердостью более 300 НВ рекомендуемая скорость – в пределах до 200–280 м/мин, подача – 0,02–0,05 мм/об.

Оптимальное усилие выглаживания – 250 Н. Глубина наклепанного поверхностного слоя детали может достигать 400 мкм.

Твердость поверхности повышается на 25–30 %. Износостойкость увеличивается на 40–60 %. Усталостная прочность повышается на 30–60 %.

Порядок выполнения работы

Изучить требования по технике безопасности.

Ознакомиться с оборудованием рабочего места.

Дефектовать детали.

Выбрать и обосновать способ восстановления.

Разработать технологический маршрут восстановления детали.

Обосновать технические требования, технологические режимы, состав технических средств для выполнения операции.

Оформить отчет и сдать преподавателю.

Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать: наименование и цель лабораторной работы, выбор и обоснование способа восстановления детали с применением пластической деформации, расчет режимов, технологический маршрут восстановления детали, технические требования к технологическому процессу и технологические режимы выполнения операций и выводы.

Контрольные вопросы

1. Назовите виды пластической деформации, применяемые при восстановлении деталей.
2. Какие дефекты деталей устраняют с использованием объемного пластического деформирования?
3. Какие дефекты деталей устраняют с использованием поверхностного пластического деформирования?
4. Изложите технологический маршрут восстановления поршневых пальцев термогидравлической раздачи.
5. Поясните технологию электромеханической обработки при упрочнении деталей.
6. Поясните технологию дробеструйной обработки при восстановлении и упрочнении деталей.
7. В чем заключается сущность технологии алмазного выглаживания? Назовите примеры ее практического использования при восстановлении деталей.

5. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН СПОСОБАМИ СВАРКИ И НАПЛАВКИ

5.1. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ИЗ ЧУГУНА СВАРКОЙ

Цель и задачи работы

Цель работы – закрепить теоретические знания и получить практические навыки в области восстановления чугунных деталей сваркой.

Студент должен знать технику безопасности при проведении сварочных работ; дефекты деталей, изготавливаемых из чугуна; причины появления дефектов в сварных соединениях и методы борьбы с ними; марки применяемых электродов и режимы сварки.

Студент должен уметь проектировать технологические процессы восстановления чугунных деталей сваркой.

Задание на выполнение работы

Изучить технологию и оборудование для сварки чугунных деталей.

Разработать технологический процесс восстановления чугунных деталей сваркой.

Приобрести практические навыки по восстановлению чугунных деталей сваркой.

Оформить технологический процесс восстановления детали.

Оформить и защитить отчет.

Оснащение рабочего места

1. Верстак слесарный ОРГ-1468-06-092А.
2. Настольно-сверлильный станок НС-12.

3. Ручная шлифмашинка ГОСТ 12633–79.
4. Щетка металлическая ГОСТ 19630–74.
5. Зубило 2810-0160 ГОСТ 7211–72.
6. Молоток слесарный 7850-0035 ГОСТ 12633–79.
7. Стеллаж ОРГ-1468-06.320А.
8. Детали, подлежащие восстановлению.
9. Стол для сварочных работ ОКС-7523.
10. Выпрямитель ВДУ-501.
11. Полуавтомат ПДГ-301 (А-547У).
12. Щетки сварщика ГОСТ 14651–/У.
13. Очки защитные ГОСТ 12.4.008–71.
14. Присадочная проволока ПАНЧ-11.
15. Электроды для ручной дуговой сварки.
16. Фартук прорезиненный N 2 ГОСТ 12.4.029–76.

Техника безопасности

Работающие должны пройти инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

Сварщик должен иметь защитный щиток, рукавицы, спецодежду, головной убор. Рабочее место оснащается резиновым ковриком.

Сварочное оборудование и восстанавливаемая деталь должны быть надежно заземлены.

В помещении, где производится работа, должны быть средства пожаротушения (песок, вода, огнетушители ОП-10) и вытяжная вентиляция.

Перед началом работы необходимо:

- установить требуемые режимы сварки согласно техпроцессу;
- включить вытяжную вентиляцию;
- надеть защитный щиток.

Во время выполнения работы:

- необходимо выполнять только те действия, которые поручены и разрешены руководителем;
- запрещается начинать сварку, пока находящиеся рядом люди не будут защищены от дуги;
- запрещается прикасаться руками к токоведущим частям установки;
- при появлении напряжения в частях сварочного оборудования, не являющихся токоведущими, необходимо немедленно прекратить работу и сообщить учебному мастеру.

По окончании работы необходимо:

- обесточить сварочное оборудование;
- привести в порядок рабочее место и сдать его учебному мастеру.

Общие сведения

Наиболее распространенными дефектами корпусных, базовых и других деталей сельскохозяйственной техники, изготавливаемых из серого чугуна СЧ-18, являются трещины, пробоины и отколы, сварка. Чугун относится к материалам, обладающим плохой технологической свариваемостью, и сварочный нагрев с последующим охлаждением настолько изменяют структуру и свойства чугуна в зоне расплавления и околошовной зоне, что получить сварные соединения без дефектов с необходимым уровнем свойств оказывается весьма затруднительно. Качественно выполненное сварное соединение должно, по меньшей мере, обладать необходимым уровнем механических свойств, плотностью (непроницаемостью) и удовлетворительной обрабатываемостью. В зависимости от условий работы соединения, к нему могут предъявляться и другие требования (одноцветность, жаростойкость и др.).

Причины, обуславливающие затруднения в получении качественных сварных соединений, следующие:

1. Высокие скорости охлаждения металла шва и зоны термического влияния, соответствующие термическому циклу сварки, приводят к отбеливанию чугуна, т. е. появлению участков с выделениями цементита той или иной формы в различном количестве. Высокая твердость отбеленных участков практически не дает возможности обрабатывать их режущим инструментом.

2. Вследствие местного неравномерного нагрева металла возникают сварочные напряжения, которые, в связи с очень незначительной пластичностью чугуна, приводят к образованию трещин в шве и околошовной зоне. Наличие отбеленных участков, имеющих плотность (7,4–7,7 г/см³), большую, чем плотность серого чугуна (6,9–7,3 г/см³), создает дополнительные структурные напряжения, способствующие трещинообразованию.

3. Интенсивное газовыделение из сварочной ванны, продолжающееся и на стадии кристаллизации, может приводить к образованию пор в металле шва.

4. Повышенная жидкотекучесть чугуна затрудняет удержание расплавленного металла от вытекания и формирование шва. Это

усложняет накладывание сварных швов на поверхностях даже с небольшим уклоном от горизонтального положения.

5. Наличие кремния, а иногда и других элементов в металле сварочной ванны способствует образованию на ее поверхности тугоплавких окислов, приводящих к образованию не проваренных участков.

Чугуны очень неоднородны по своему химическому составу и сильно засорены различными примесями, поэтому результаты сварки чугунных деталей одинаковой марки могут быть различны.

Нужно помнить, что есть виды чугуна, которые практически не поддаются сварке, например, так называемый горелый серый чугун. Горелым он называется потому, что подвергался длительному воздействию высокой температуры (например, плита на печке), кислот, пара и т. д. Из-за пористости чугуна в подобных случаях окисление проникает на всю толщину металла, обволакивая металлические зерна пленкой окислов и делая металл рыхлым, механически непрочным и главное – не смачиваемым никаким жидким металлом. При попытке сварки дугой в стыке от температуры образуются (скатываются) шарики полуметалла, а стык на их объем углубляется и получается канавка. Плохо свариваются чугуны с черным изломом.

Выбор способа сварки зависит от требований к соединению. Учитывается необходимость механической обработки, требования к плотности шва, нагрузки, при которых должны работать детали.

Устранение трещин, пробоин и отколов в чугунных деталях может осуществляться «горячей», «полугорячей» и «холодной» сваркой. Наиболее часто применяют «холодную» и «горячую» сварку.

Наиболее радикальным средством борьбы с образованием отбеленных и закаленных участков шва и околошовной зоны, образованием пор и трещин служит подогрев изделия до температуры 600–650 °С со скоростью 50–60 °С в час (темно-вишневый цвет) и медленное охлаждение его после сварки. Технологический процесс горячей сварки состоит из следующих этапов: *I* – подготовка изделия под сварку; *II* – предварительный подогрев детали; *III* – сварка; *IV* – последующее охлаждение.

При высоком подогреве скорость охлаждения при эвтектической температуре снижается настолько, что отбеливания не происходит. Замедление охлаждения приводит к распаду аустенита с образованием ферритной или перлитно-ферритной металлической основы. Высокий подогрев и замедленное охлаждение способствуют также лик-

видации трещин и пористости за счет увеличения времени существования жидкой ванны и лучшей дегазации ее, а также уменьшения температурного градиента, термических напряжений. Для сварки используют плавящиеся электроды со стержнями из чугуна марок *A* или *B*. В состав покрытия, наносимого на литые прутки диаметром 5–20 мм, входят стабилизирующие и легирующие материалы. В качестве последних обычно используют графит, карборунд, ферросилицид, силикокальций, силикомагний и другие графитизаторы. Сварку выполняют на больших силах тока $I_{СВ} = (60–100)d_э$ обратной полярности без перерывов до конца заварки дефекта ($d_э$ – диаметр электрода).

Для горячей сварки чугуна можно использовать дуговую сварку угольным электродом, которая занимает промежуточное положение между плавящимся электродом и газовой сваркой, на постоянном токе прямой полярности электродом диаметром 8–20 мм и силе тока $I_{СВ} = (30–35)d_э$.

С помощью различных металлургических и технологических средств можно получить сварные соединения чугуна, имеющие те или иные свойства, при сварке с невысоким подогревом или вовсе без предварительного подогрева. В таких случаях применяются стальные электроды, стальные электроды со специальными покрытиями, электроды на основе никеля, меди и со стержнями из аустенитной хромоникелевой проволоки.

Сварку с подогревом до температур 300–400 °С называют полугорячей, а без предварительного подогрева – холодной сваркой. При полугорячей и холодной сварке чугуна широко используют металлургические и технологические средства воздействия на металл с целью повышения качества сварных соединений. К их числу относятся:

- легирование наплавленного металла элементами-графитизаторами для того, чтобы при данной скорости охлаждения получить в шве структуру серого чугуна;

- легирование наплавленного металла такими элементами, которые позволяют получить в шве перлитно-ферритную структуру, характерную для низкоуглеродистой стали, путем связывания избыточного углерода в карбиды (более прочные, чем цементит, и равномерно распределенные в металле);

- введение в состав сварочных материалов кислородосодержащих компонентов с целью максимального окисления углерода (выжигания его) и получения в металле шва низкоуглеродистой стали;

- применение сварочных материалов, обеспечивающих получение в наплавленном металле различных сплавов цветных металлов: медно-никелевых, медно-железных, железоникелевых и др., обладающих высокой пластичностью и имеющих температуру плавления, близкую к температуре плавления чугуна.

Холодная сварка выполняется без предварительного подогрева детали. Допускается местный (локальный) подогрев с целью предупреждения появления сварочных напряжений (рис. 5.1).

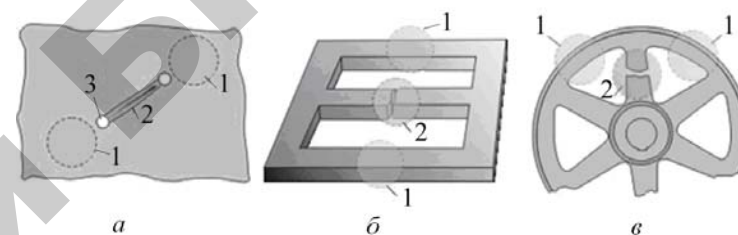


Рис. 5.1. Местный подогрев при сварке деталей из чугуна:
a – корпусная деталь; *б* – рама; *в* – шестерня:
 1 – место подогрева; 2 – место сварки; 3 – отверстия

При сварке чугуна низкоуглеродистыми электродами общего назначения наиболее слабое место сварного соединения – околошовная зона у границы сплавления. Хрупкость этой зоны и наличие в ней трещин нередко приводят к отслаиванию шва от основного металла. Для увеличения прочности сварного соединения, когда к нему не предъявляется других требований (например, при ремонте станин, рам, кронштейнов и других несущих элементов толсто-стенных конструкций), применяют стальные шпильки, которые частично разгружают наиболее слабую часть сварного соединения – линию сплавления (рис. 5.2).

Шпильки имеют резьбу, их ввертывают в тело свариваемой детали. Размеры шпилек обычно зависят от толщины стенок свариваемых деталей. Практикой установлены следующие рекомендации: диаметр шпилек – 0,15–0,2 толщины стенки деталей, но не менее диаметра электрода и не более 12 мм; глубина ввертывания шпилек – 2 их диаметра, но не более половины толщины свариваемых деталей; высота выступающей части – 0,75–1,2 диаметра шпильки. Шпильки располагают в шахматном порядке на скошенных кромках деталей и в один ряд на поверхности детали с каж-

дой стороны стыка, причем расстояние между ними должно быть равно 4–6 диаметрам шпильки.

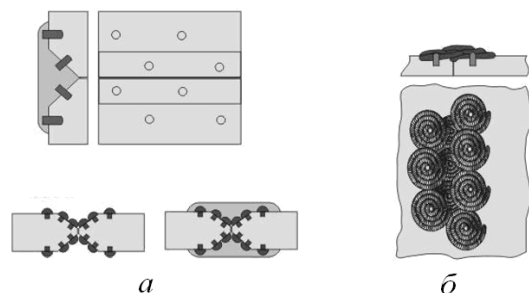


Рис. 5.2. Сварка чугуна с постановкой стальных шпилек:
а – сварка стыка; б – заварка трещины

Сварку выполняют в следующем порядке. Сначала обваривают каждую шпильку и облицовывают поверхности кромок электродами ЦЧ-4 диаметром 3 мм на малых токах. Затем на облицованные кромки и шпильки наплавляют валики и заполняют разделку электродами типа УОНИ-13/55 или другими электродами из стержней малоуглеродистой стали.

Сварка электродами на основе никеля дает достаточно высокую прочность. При этой сварке отсутствуют трещины, а наплавленный металл хорошо поддается обработке. Это объясняется тем, что никель неограниченно растворяется в железе, а никелевый аустенит содержит много углерода без образования карбидов. Электроды типа ЦЧ-3А изготавливают из никельсодержащей проволоки Св-08Н50. В металле, наплавленном этим электродом, содержится 48–50 % никеля.

Медно-железные электроды ОЗЧ-1 изготавливают из медного стержня с фтористо-кальциевым покрытием, в которое добавляют 50 % железного порошка. Эти электроды применяют для заварки трещин в водяных рубашках блоков двигателей, головках блока, резервуарах радиаторов и в других деталях. Сварку ведут короткой дугой на постоянном токе обратной полярности с перерывами для охлаждения детали до температуры 50–60 °С. Сила тока при диаметрах электрода 3–5 мм составляет 110–190 А. Для получения более плотного шва участки в 40–60 мм сразу после сварки проковывают. Если проковка невозможна, то применение этих электродов

нецелесообразно. Слой, наплавленный электродом ОЗЧ-1, представляет собой медь, насыщенную железом с вкраплением закаленной стали большой твердости. По границе шва отдельными участками располагаются зоны отбеливания. Несмотря на достаточно высокую твердость, шов можно обрабатывать твердосплавным инструментом.

Медно-никелевые электроды МНЧ-1 и МНЧ-2 представляют собой стержни из монель-металла (28 % меди, 2,5 % железа, 1,5 % марганца, остальное – никель) или из сплава МНМц (40 % никеля, 1,5 % марганца, остальное – медь). Никель этих электродов не образует соединений с углеродом, поэтому наплавленный шов получается с малой твердостью, зона отбеленного чугуна почти отсутствует, зона закаленного чугуна имеет невысокую твердость, которая может быть легко снижена небольшим отпуском. Кроме того, в шве меньше образуется пор и трещин, его легче обрабатывать, но прочность его получается низкой. Поэтому медно-никелевые электроды часто применяют в сочетании с электродами ОЗЧ-1. Первый и последний слои наносят электродами МНЧ-2 (чтобы в первом случае обеспечить плотность и в последнем – улучшить обработку), а остальное заправляют электродами ОЗЧ-1. Наплавку электродами МНЧ-2 ведут так же, как электродами ОЗЧ-1.

Электроды со стержнем из аустенитной хромоникелевой проволоки дают хорошие результаты при холодной сварке чугуна. Выпускаются они под маркой АНЧ-1, со стержнем из проволоки Св-04Х19М9 или Св-04Х19Н9Т, снабженным медной оболочкой и фтористо-кальциевым покрытием типа УОНИ-13/55. Сварку этим электродом ведут на постоянном токе 100–120 А обратной полярности. Наплавленный шов достаточно плотный, легко обрабатывается, но недостаточно прочен, так как электрод содержит 75–80 % меди.

Для холодной и полугорячей сварки чугуна автоматами и полуавтоматами используют специальные порошковые проволоки, обеспечивающие получение в шве серого чугуна. Для холодной сварки изделий с относительно небольшой толщиной стенок (в месте сварки) рекомендуется проволока марки ППЧ-1, для полугорячей сварки – проволока ППЧ-2. Механизированная сварка порошковой проволокой позволяет получать наплавленный металл и металл шва, близкие по составу и структуре к свариваемому чугуну.

Технология сварки чугунных деталей с применением самозащитной проволоки ПАНЧ-11

Для механизированной сварки корпусных деталей из чугуна любых марок получила распространение созданная Институтом электросварки им. Е. О. Патона самозащитная проволока ПАНЧ-11, с помощью которой можно высококачественно устранять различные дефекты корпусных деталей. Используя ПАНЧ-11, можно ремонтировать отверстия под штифты и болты крепления с сорванной резьбой, вести сварку серого, ковкого и высокопрочного чугунов и их комбинаций, в том числе и со сталью.

Трещины, пробоины и другие дефекты заваривают в такой последовательности.

Моют чугунную корпусную деталь, устанавливают ее в кантователь или на стол, зачищают поверхность до металлического блеска по обе стороны трещины на ширину 10–20 мм, определяют границы трещины. Зачистка производится электрической шлифовальной машиной, шлифовальным кругом ПП110×40×10 или пневмошлифовальной машиной ИП2009А с шлифовальным кругом ПП110×20×20. Определив границы трещины, на расстоянии 6–10 мм от видимого конца в направлении ее развития сверлят сквозные отверстия диаметром 3–4 мм. После зачистки поверхностей разделяют трещины, причем сквозные трещины в тонких стенках – с одной стороны, в толстых – с двух сторон (рис. 5.3). Трещину в перемычках между отверстиями обрабатывают с двух сторон по всей ее высоте. Несквозные трещины разделяют до целого металла. Разделку трещин выполняют фрезерованием с использованием ручной сверлильной пневматической машины ИП-1011, фрезы концевой. При разделке прорезным камнем применяется пневмошлифовальная машина ИП-2009А.

Для получения усиленного сварного шва при сварке наиболее ответственных участков детали применяют более сложную форму разделки дефекта (рис. 5.4).

При наличии пробоин зачищают от коррозии поверхность по всему периметру пробоины, зашлифовывают острые кромки и вырезают накладку по форме пробоины из стали 3 толщиной 2–3 мм с таким расчетом, чтобы кромки пробоины были перекрыты на 10–15 мм.

Все подготовительные операции выполняют без применения охлаждающей жидкости. Заварку трещин на стенках чугунных деталей и в перемычках между отверстиями самозащитной проволокой

ПАНЧ-11 производят открытой дугой на постоянном токе прямой полярности. Вылет электрода должен составлять 15–20 мм. При сварке рекомендуется применять следующие наиболее оптимальные режимы: диаметр проволоки 1,2 мм, сварочный ток 80–180 А, напряжение дуги 14–18 В, скорость подачи проволоки 110–120 м/ч, скорость сварки 4–5 м/ч. Разбрызгивание металла незначительное. Глубина проплавления основного металла 1,5–2 мм.

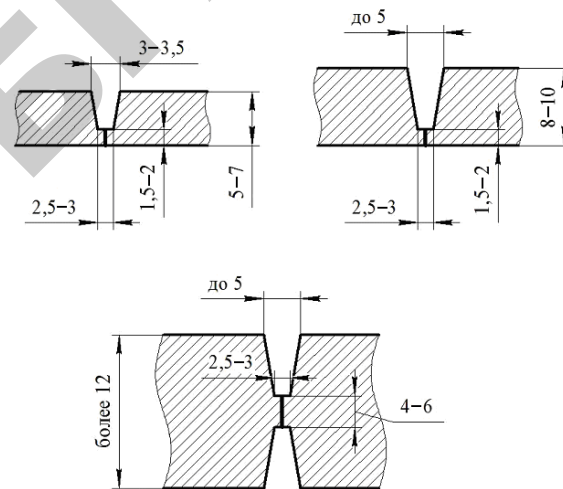


Рис. 5.3. Разделка сквозных трещин

Трещины заваривают участками длиной 30–50 мм с проковкой и охлаждением каждого участка до температуры 50–60 °С двумя способами по схеме, изображенной на рисунке 5.5. 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. 5.6. 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 типа ПДПГ-500, ПДГ-300, ПДГ-301, А-547, А-825М и другие в комплекте с выпрямителем ВС-300 или аналогичными.

Механические свойства металла сварного шва следующие: предел прочности на разрыв до 500 МПа, предел текучести до 300 МПа, удлинение до 20 %, твердость НВ 160–180. На узком участке около-

шовной зоны наблюдается повышение твердости до НВ 280–310. Прочность сварных соединений на разрыв не ниже 95 % прочности основного металла.

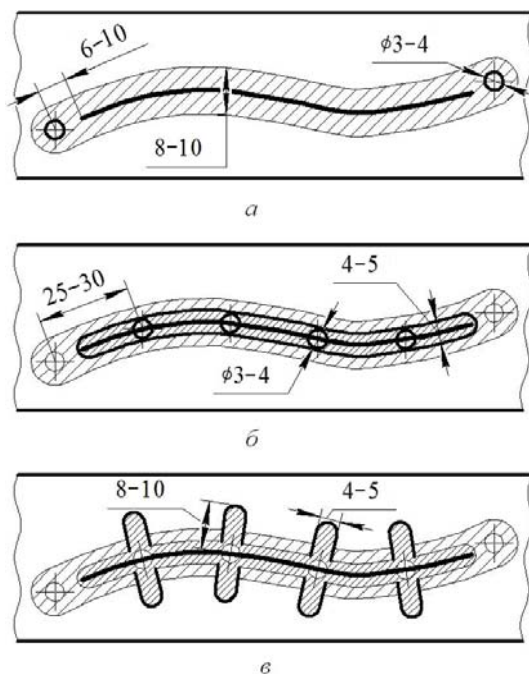


Рис. 5.4. Разделка трещин для усиленного шва:
 а – сверление отверстий на концах трещины; б – сверление отверстий вдоль трещины и продольная разделка; в – поперечная разделка трещины

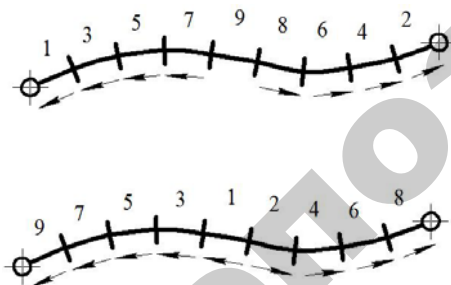


Рис. 5.5. Последовательность заварки трещины

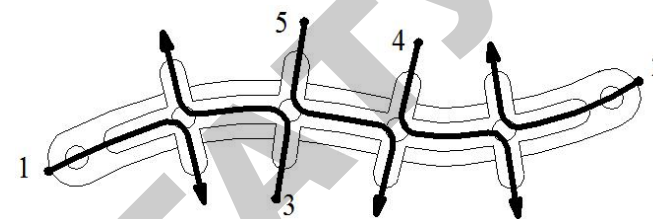


Рис. 5.6. Порядок заварки трещины со сложной формой разделки

Порядок выполнения работы

- Изучить требования по технике безопасности.
- Ознакомиться с оборудованием рабочего места.
- Подготовить детали к восстановлению.
- Определить режимы сварки.
- Произвести восстановление детали сваркой.
- Снять деталь и убрать рабочее место.
- Произвести визуальный контроль восстановленной детали.
- Оформить отчет и сдать преподавателю.

Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать: наименование и цель лабораторной работы, обоснование способа сварки детали, расчет параметров сварки, технологический маршрут восстановления, технические требования к технологическому процессу и технологические режимы выполнения операций и выводы.

Контрольные вопросы

1. В чем заключаются особенности сварки деталей из чугуна?
2. Изложите основные способы восстановления чугунных деталей сваркой.
3. Как производится подготовка поверхности к сварке?
4. Назовите марки проволок и электродов для холодной сварки чугуна.
5. Какие дефекты поверхности могут возникать при восстановлении чугунных деталей сваркой и какие меры необходимо предпринимать для их устранения?

6. Изложите технологию сварки чугуновых деталей с применением проволоки ПАНЧ-11 или ПАНЧ-12.

7. Приведите схему одного из вариантов последовательности и направления заварки трещины с применением проволоки ПАНЧ-11.

8. Приведите схему односторонней разделки трещины при толщине стенки до 10 мм.

9. Приведите схему двухсторонней разделки трещины при толщине стенки более 10 мм.

10. Приведите схему варианта разделки трещины для усиленного шва с применением проволоки ПАНЧ-11.

5.2. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ИЗ АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ СВАРКОЙ

Цель и задачи работы

Цель работы – закрепить теоретические знания и получить практические навыки в области восстановления деталей машин из алюминиевых сплавов аргоно-дуговой сваркой.

Студент должен знать технику безопасности при проведении сварочных работ; причины появления дефектов в сварных соединениях деталей из алюминия и методы борьбы с ними; способы сварки алюминия.

Студент должен уметь проектировать технологические процессы восстановления деталей из алюминия сваркой.

Задание на выполнение работы

Изучить технологию и оборудование поста аргоно-дуговой сварки.

Разработать технологический процесс восстановления деталей аргоно-дуговой сваркой.

Приобрести практические навыки по восстановлению деталей аргоно-дуговой сваркой.

Оформить технологический процесс восстановления детали.

Оснащение рабочего места

1. Стол для сварочных работ ОКС-7523.
2. Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А.
3. Стеллаж ОРГ-1468-06-092А.
4. Установка для аргоно-дуговой сварки ТИР-630.
5. Щитки сварщика ГОСТ 14651–79.
6. Щетка металлическая ГОСТ 19630–74.
7. Ручная шлифмашинка ГОСТ 12633–79.
8. Молоток слесарный 7850-0035 ГОСТ 2310–90.
9. Зубило 2810-0160 ГОСТ 7211–72.
10. Очки защитные с простыми стеклами.
11. Детали из алюминиевых сплавов.

12. Присадочная проволока.
13. Баллон с аргоном ТУ 6-21-32-78.
14. Редуктор ГОСТ 6266–78.
15. Шланги типа ИВН Ø12 ГОСТ 9366–80.

Техника безопасности

Работающие на установке должны пройти инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

Работающий на установке обязан знать устройство и принцип работы установки, соблюдать режим работы в соответствии с технологическим процессом.

Установка должна быть надежно заземлена.

Сварщик должен иметь защитный щиток, рукавицы, спецодежду, головной убор. Рабочее место оснащается резиновым ковриком.

В помещении, где производится работа, должны быть средства пожаротушения (песок, вода, огнетушитель) и вытяжная вентиляция.

Перед началом работы необходимо:

- осмотреть установку и убедиться в ее исправности;
- проверить герметичность соединений. Утечка газа через сальники вентиля и накидные гайки не допускается;
- установить необходимые режимы сварки согласно технологическому процессу;
- надеть защитный щиток;
- включить вытяжную вентиляцию;
- включить вентиль подачи воды.

Во время выполнения работы:

- необходимо выполнять только те действия, которые поручены и разрешены руководителем;
- необходимо следить за давлением рабочего газа-аргона;
- запрещается начинать сварку, пока находящиеся рядом люди не будут защищены от дуги;
- запрещается прикасаться руками к токоведущим частям установки;
- при появлении напряжения в частях сварочного оборудования, не являющихся токоведущими, необходимо немедленно прекратить работу на установке и сообщить учебному мастеру.

По окончании работы необходимо:

- выключить установку;
- закрыть вентиль на баллоне с аргоном;
- закрыть вентиль подачи воды;
- привести в порядок рабочее место и сдать его учебному мастеру.

Общие сведения

Алюминий – легкий серебристо-белого цвета металл; температура плавления 660 °С, обладает хорошей тепло- и электропроводностью. В деталях сельскохозяйственных машин применяются сплавы алюминия с легирующими элементами. Наибольшее распространение получили силумины – сплавы алюминия с кремнием (4–13 % Si).

Блоки, головки блоков цилиндров некоторых автотракторных двигателей, корпуса насосов гидросистем, масляных фильтров и др. детали изготавливают отливкой из алюминиевых сплавов АЛ-4, АЛ-9, АЛ-10 и др. Характерными дефектами деталей из алюминиевых сплавов являются: трещины, отколы, пробоины.

Особенности сварки алюминия и его сплавов:

– Металл имеет очень плохую сплавляемость из-за образования на его поверхности тугоплавкой оксидной пленки Al_2O_3 (2060 °С), более тяжелой по сравнению с основным материалом. Попадая в расплавленную ванну, окись алюминия в виде твердых частиц оседает вниз, препятствуя сплавлению наплавленного металла с основным (рис. 5.7).

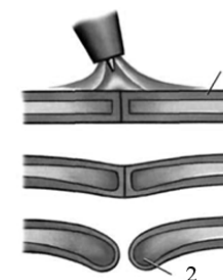


Рис. 5.7. Несплавление кромок алюминиевых конструкций:
1 – оксидная пленка; 2 – чистый алюминий

– При нагреве до 400–450 °С алюминий очень сильно теряет свою прочность и деталь может разрушаться от легкого удара или под действием собственной массы.

– При нагревании алюминий и его сплавы не изменяют своего цвета, даже в расплавленном состоянии остаются серебристо-белыми, что затрудняет определение момента начала плавления.

– Металл не имеет пластического состояния и при нагреве сразу переходит из твердого в жидкое состояние.

– Значительная растворимость водорода в расплавленном состоянии и резкое снижение растворимости при переходе из жидкого состояния в твердое приводят к образованию пор.

– Каждый алюминиевый сплав имеет свой коэффициент линейного расширения, поэтому присадочный материал по своему химическому составу не должен отличаться материала детали.

– Из-за высокого коэффициента линейного расширения и теплопроводности в металле детали появляются большие остаточные деформации.

Технологические особенности сварки деталей из алюминиевых сплавов

Алюминий и его сплавы можно сваривать одним из следующих способов:

- ручной дуговой сваркой специальными электродами;
- дуговой сваркой угольным электродом;
- газовой сваркой без применения флюсов;
- газовой сваркой с использованием флюсов;
- аргоно-дуговой сваркой.

Технология ручной дуговой и газовой сварки алюминиевых деталей. Дуговую сварку выполняют специальными или угольными электродами. Сварку угольными электродами ведут на постоянном токе прямой полярности. При этом способе сварки основной и присадочный материалы расплавляют дугой между неплавящимся электродом и деталью. Неплавящимся электродом является угольный или графитовый стержень диаметром 10–18 мм и длиной 200–300 мм. Перед сваркой деталь нагревают до 250–300 °С. При помощи присадочного прутка вводят в сварочную ванну флюс и удаляют из нее шлак и часть нерастворившихся окислов. Во время сварки электрод перемещают только линейно, без поперечных колебаний, держа его перпендикулярно свариваемой поверхности. Дуга должна быть как можно короче.

Оксидную пленку удаляют с помощью флюса АФ-4А. Детали толщиной до 2 мм сваривают без присадочного материала и разделки кромок. Детали толщиной свыше 2 мм сваривают с разделкой кромок.

Сварка специальными электродами. Алюминий и его литые сплавы имеют различную величину усадки, поэтому для сварки

каждого сплава можно применять лишь определенные электроды. При сварке алюминиевых сплавов А6, АД0, АД1 – электроды ОЗА-1 или АФ-1; сплавов АМц и АЛ-9 – электроды А-2; силуминов АЛ-2, АЛ-4, АЛ-5, АЛ-9П, Пл-11 – электроды ОЗА-2. Место сварки деталей предварительно нагревают до температуры 250–350 °С. Источником нагрева может быть пламя газовой горелки или термическая печь. Для сварки применяют электроды диаметром 4–6 мм. Сварку специальными электродами выполняют короткой дугой при обратной полярности. Ток составляет не более 40 А на 1 мм диаметра электрода. Скорость сварки составляет 0,4–0,6 м/мин, рекомендуемое напряжение холостого хода – 60–70 В. Такими параметрами обладают следующие источники питания дуги: ВДГ-601, ВДУ-504.

Газовая сварка алюминия. Газовую сварку рекомендуется осуществлять с применением флюса АФ-4А. Флюс предназначен для растворения оксидной пленки Al_2O_3 . Перед сваркой деталь очищают. Место сварки тщательно зачищают металлической щеткой. Затем протирают ацетоном (обезжиривают). Деталь нагревают до 250–350 °С. По кромкам трещин насыпают флюс. Восстановительным пламенем нагревают место сварки и присадочный пруток. После сварки остатки флюса удаляют промывкой горячей водой. При газовой сварке алюминиевых сплавов используют ацетилен. Допускается применять бутановую смесь. Для сварки деталей из алюминиевых сплавов с толщиной стенки до 5 мм применяют левый способ сварки, при толщине более 5 мм – правый.

Технология аргоно-дуговой сварки алюминиевых деталей. При аргоно-дуговой сварке получают качественные сварные швы. Дуга горит между поверхностью детали и электродом (рис. 5.8). В зону горения дуги аргон подают под определенным давлением. Кроме защиты от воздействия воздуха аргон при температуре горения дуги хорошо ионизируется и создает лучшие условия для устойчивого ее горения, способствует разрушению и удалению оксидной пленки алюминия.

Разрушение оксидной пленки при сварке в среде аргона происходит за счет тепла, выделяющегося при горении дуги, а также за счет того, что поверхность детали бомбардируется движущимися с большой скоростью положительными ионами аргона, а выходящие при этом с поверхности детали (катода) электроны способствуют удалению оксидной пленки.

Возбуждение дуги при сварке производится посредством подачи на промежуток горелка–изделие серии высокочастотных высоко-

вольтных импульсов, вырабатываемых в осцилляторе, состоящем из трансформатора, разрядчика, конденсатора (рис. 5.9).

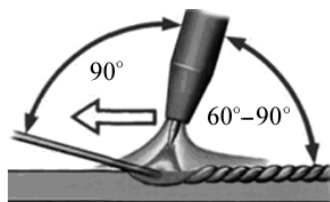


Рис. 5.8. Расположение горелки при аргонно-дуговой сварке

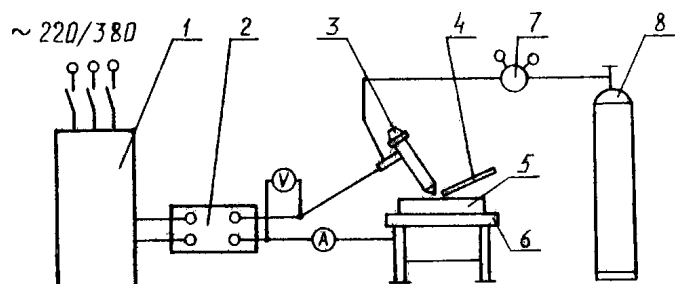


Рис. 5.9. Схема установки для сварки алюминия в среде аргона:

1 – трансформатор; 2 – осциллятор; 3 – газозлектрическая горелка;
4 – присадочный пруток; 5 – деталь; 6 – стол сварщика; 7 – редуктор-расходомер;
8 – баллон с газом

Осциллятор преобразует ток промышленной частоты и низкого напряжения в ток высокой частоты (250–300 кГц) и высокого напряжения (2500–6000 В). Для защиты сварщика от поражения током высокого напряжения и частоты в схеме установки имеется специальное устройство.

Осциллятор-стабилизатор служит для возбуждения дуги с помощью высоковольтных высокочастотных импульсов (осцилляторный режим) и поддержания ее горения с помощью периодических импульсов (стабилизаторный режим).

Аргонно-дуговая сварка имеет следующие положительные стороны:

- достигается почти полная защита расплавленного металла от кислорода и азота воздуха. Химический состав изменяется только за счет некоторого испарения элементов;

- сварной шов получается плотным, прочным, без пор, трещин, окисных пленок;

- можно сваривать детали толщиной от 0,5 мм;

- высокая производительность процесса.

Недостатками аргонно-дуговой сварки являются:

- необходимость использования дефицитного газа;

- вредные условия труда;

- необходимость специального оборудования и рабочих высокой квалификации.

Аргонно-дуговая сварка деталей из алюминиевых сплавов может вестись плавящимся и неплавящимся электродом. К технологическим параметрам сварочных режимов аргонно-дуговой сварки следует отнести:

а) для ручной и автоматической аргонно-дуговой сварки неплавящимся электродом:

- толщину свариваемого металла;
- диаметр вольфрамового электрода;
- диаметр присадочной проволоки;
- расход защитного газа;
- силу сварочного тока;
- скорость сварки;

б) для полуавтоматической и автоматической аргонно-дуговой сварки плавящимся электродом:

- толщину свариваемого металла;
- диаметр плавящегося электрода;
- расход защитного газа;
- силу сварочного тока;
- скорость сварки.

Технологический процесс восстановления алюминиевых деталей включает следующие операции:

- подготовку дефектной поверхности и присадочной проволоки;
- сварку;
- механическую обработку сварных швов;
- контроль.

Качество сварных соединений из алюминия и его сплавов в значительной мере определяется подготовкой поверхности свариваемых кромок и присадочной проволоки.

Поэтому поверхность детали и присадочный материал перед сваркой рекомендуется подвергнуть очистке. Необходимо удалить масло, загрязнения и оксидную пленку.

Для мойки и очистки деталей применяют синтетические средства: Лабомид-101, Лабомид-102, Лабомид-208, МС-6, МС-8 и др.

Все детали перед сваркой рекомендуется подвергать травлению. Перед травлением детали и сварочную проволоку необходимо протереть обтирочной ветошью и смоченной уайт-спиритом или техническим ацетоном (обезжирить).

Подготовку поверхности деталей и сварочной проволоки осуществляют в ваннах в следующем порядке:

- травление в 5 % растворе технического едкого натра (NaOH) при температуре 60–70 °С в течение 1–1,5 мин;
- промывка в горячей (50–60 °С) воде, затем в холодной проточной воде;
- осветление в 35–42 % растворе азотной (HNO₃) кислоты в течение 1–3 мин при температуре 20–30 °С;
- промывка в горячей проточной воде с последующей естественной сушкой.

Очищенную сварочную проволоку наматывают на катушки и упаковывают в полиэтиленовую пленку.

Запрещается применять для сварки проволоку, которая хранилась на воздухе после химической очистки в течение более 10 ч. В этом случае необходимо повторить процесс травления без предварительного обезжиривания.

Перед проведением сварочных операций для более полного удаления оксидной пленки свариваемые кромки и прилегающие к ним поверхности с обеих сторон, на ширину не менее ширины шва, подвергают местной механической обработке.

Механическую зачистку ранее химически травленной поверхности кромок рекомендуется проводить шабером или металлической щеткой (проволока из нержавеющей стали диаметром не более 0,15 мм).

Не допускается зачищать поверхности под сварку абразивами, шлифовальной шкуркой, использовать пескоструйную или дробеструйную обработку.

После очистки присадочный материал промывают в холодной воде и просушивают при температуре 60–100 °С. Сварку выполняют установками переменного тока УДГ-301, УДГ-501 или постоянного тока ТИР-630. Применяется неплавящийся вольфрамовый электрод.

Сварочную дугу возбуждают на графитовой пластине и после достаточного накала переносят на деталь.

Режимы выбирают в зависимости от толщины стенки свариваемой детали. Выбирают диаметр вольфрамового электрода и ток. Чем меньше толщина стенки, тем меньше диаметр электрода и ток. Марку сварочной проволоки выбирают из таблицы 5.1.

Таблица 5.1

Выбор марки проволоки

Марка сплава	Марка проволоки
АЛ2, АЛ4, АЛ30	Св-АК10
АЛ9, АЛ10В	Св-АК5
АЛ29, АЛ27, АЛ8	Св-АМГ6
АЛ19	Св-1221
АЛ24	Св-1557
А99	Св-А97
АД0	Св-А5
АМГ, АМГ3, АМГ5, АМГ6	Св-АМГ5, АМГ6

В целом, к технологическим параметрам сварочных режимов относят: толщину свариваемого металла; диаметр вольфрамового электрода; диаметр присадочной проволоки; расход защитного газа; ток сварочный; скорость сварки.

Вследствие большой теплопроводности алюминия и его сплавов режимы сварки могут быть указаны лишь ориентировочно. Режимы сварки приведены в табл. 5.2, 5.3, 5.4, 5.5.

Таблица 5.2

Выбор силы сварочного тока в зависимости от толщины свариваемого материала

Толщина свариваемого материала, мм	Ориентировочный сварочный ток, А
1,0	20–40
1,5	50–80
2,0	80–130
4,0	140–190
6,0	200–250
8,0	250–400
10,0	400–500

При сварке ось вольфрамового электрода должна быть наклонена в сторону, противоположную сварке, на угол 20–60° (сварка «углом вперед»). Угол между осью вольфрамового электрода и приса-

дочной проволокой (прутком должен составлять 90°, как показано на рис. 5.10. Сварку стенок толщиной до 10 мм обычно ведут справа налево (левым способом).

Таблица 5.3

Выбор диаметра вольфрамового электрода в зависимости от величины сварочного тока

Сварочный ток, А	Диаметр вольфрамового электрода, мм
15–20	0,8
20–30	1,0
30–40	1,2
40–60	1,6
60–100	2,0
100–140	3,0
140–180	4,0
180–230	5,0
230–270	6,0
270–320	8,0
320–500	10,0

Таблица 5.4

Рекомендуемые диаметры сопла горелки

Диаметр электрода, мм	Диаметр входного отверстия сопла, мм
2–3	10–12
4	12–16
5	14–18
6	16–22

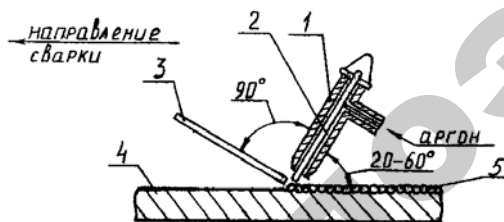


Рис. 5.10. Схема сварки в среде аргона:

1 – газоплазменная горелка; 2 – неплавящийся вольфрамовый электрод;
3 – присадочная проволока; 4 – деталь; 5 – наплавленный металл

Детали до 3 мм заваривают, не разделяя кромки. Детали толщиной свыше 3 мм заваривают, разделяя кромки под углом 70–90°.

Режим сварки при толщине стенки 4–6 мм рекомендуется соблюдать в следующих интервалах:

- диаметр вольфрамового электрода 4–5 мм;
- диаметр присадочной проволоки 3–4 мм;
- расход аргона 7–10 л/мин;
- ток 170–230 А;
- скорость наплавки 0,3–0,5 м/мин.

Таблица 5.5

Ориентировочные данные расхода аргона

Сварочный ток, А	Расход аргона, л/мин
15–60	до 4
60–80	до 5
80–120	до 6
120–200	до 8
200–350	до 10
350–500	до 15

Технические требования к сварному шву

При правильно выбранных режимах сварной шов должен быть слегка выпуклым, возвышаться над поверхностью изделия на 2–3 мм. Поверхность сварного шва должна быть светлой мелкошуйчатой. Затемненная, матовая или закопченная поверхность не допускается. Перечисленные признаки указывают на недостаточную газовую защиту.

Нормирование технологического процесса

Техническая норма времени на выполнение операций рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_d + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (5.1)$$

где $T_{шт}$ – штучно-калькуляционное время, мин;

T_o – основное время, мин;

T_b – вспомогательное время, мин;

T_d – дополнительное время, мин;

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

n – количество обрабатываемых деталей в партии, шт.

Основное время для процесса сварки определяется по формуле:

$$T_o = \frac{60Mk_1k_2}{\alpha I}, \quad (5.2)$$

где M – масса наплавленного металла, г;

k_1, k_2 – коэффициенты, учитывающие пространственное расположение сварного шва, протяженность сварного шва;

α – коэффициент наплавки, г/(А · ч);

I – сила тока, А.

Порядок выполнения работы

Изучить требования по технике безопасности.

Ознакомиться с оборудованием рабочего места.

Подготовить детали к восстановлению.

Определить режимы аргонно-дуговой сварки.

Настроить установку в соответствии с принятыми режимами.

Произвести восстановление детали аргонно-дуговой сваркой.

Снять деталь и убрать рабочее место.

Произвести визуальный контроль восстановленной детали.

Оформить отчет и сдать преподавателю.

Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать: наименование и цель лабораторной работы, эскиз детали, анализ конструкции, условий работы и дефектов детали; выбор и обоснование способа восстановления детали, схему установки для сварки алюминия в среде аргона, технологический процесс восстановления сваркой, технологические режимы выполнения операций и выводы.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные причины, затрудняющие сварку алюминия и его сплавов.

2. Назовите и охарактеризуйте основные способы сварки деталей из алюминия и его сплавов.

3. В чем заключается сущность процесса аргонно-дуговой сварки?

4. Каковы преимущества и недостатки аргонно-дуговой сварки?

5. Какие операции включает технологический процесс восстановления деталей аргонно-дуговой сваркой?

6. Как производится подготовка поверхности при аргонно-дуговой сварке алюминия и его сплавов?

7. Изложите требования по технике безопасности при работе с горелками для аргонно-дуговой сварки.

8. Изложите технологию газовой сварки деталей из алюминиевых сплавов.

9. Изложите технологию дуговой сварки деталей из алюминиевых сплавов.

10. Изложите технологию аргонно-дуговой сварки деталей из алюминиевых сплавов.

5.3. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН НАПЛАВКОЙ ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА

Цель и задачи работы

Цель работы – ознакомиться с установкой для наплавки под флюсом и устройством наплавочной головки А-580М, составить схему и изучить технологию наплавки деталей, провести наплавку детали под флюсом, исследовать влияние параметров наплавки, материала электродной проволоки и флюса на качество наплавки.

Студент должен знать условия работы детали, характерные дефекты детали и методы их выявления, маршрут восстановления детали наплавкой под слоем флюса.

Студент должен уметь проектировать и выполнять технологический процесс восстановления деталей наплавкой под слоем флюса.

Задание на выполнение работы

Изучить оборудование поста автоматической наплавки под флюсом.

Изучить технологический процесс восстановления деталей наплавкой под флюсом.

Приобрести некоторые практические навыки по восстановлению изношенных деталей под флюсом.

Исследовать влияние материала электродной проволоки и флюса на качество наплавляемой поверхности.

Оснащение рабочего места

1. Модернизированный токарный станок (уменьшены обороты шпинделя передней бабки с помощью редуктора, изменена скорость вращения ходового винта для получения требуемых подач, установлен на суппорт станка кронштейн с плитой для крепления наплавочного агрегата).

2. Наплавочная головка А-580М для автоматической наплавки под слоем флюса.

3. Сварочный преобразователь ПСГ-500-1УЗ.

4. Щит с приборами для контроля процесса.

5. Инструмент: штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166–80; ключи 3-х кулачкового патрона; ключи гаечные; отвертка 7810-0394 Кд 21хр ГОСТ 17199–81; плоскогубцы 150 ГОСТ 7236–84; молоток 7850-0035Ц12хр ГОСТ 2310–80; кузнечные клещи.

6. Резиновые перчатки, коврик, очки защитные.

7. Флюсы АН-348А, АН-60 и АНК-18.

8. Сварочная и наплавочная проволока: Св-0,8, Нп-65 и др.

9. Прибор для определения твердости типа ТК-2М.

10. Заточной станок.

11. Детали, подлежащие наплавке (полуоси, валы, катки и др.).

Техника безопасности

Автоматическая наплавка производится только в присутствии лаборанта и по его указанию. Включать рубильник можно только с разрешения лаборанта.

Сварочный агрегат и станок должны быть надежно заземлены.

Во время работы необходимо стоять на резиновом коврике толщиной не менее 3 мм.

Неподвижные провода наплавочной установки должны быть затянуты в газовые трубы, а подвижные заключены в резиновые шланги и предохранены от механических повреждений.

На щите установки должен быть общий рубильник, позволяющий одновременно отключить все электрические части установки.

Нельзя производить никаких переключений или присоединений в электрических цепях при включенном общем рубильнике установки.

Работу необходимо производить в очках с простыми стеклами, чтобы обезопасить глаза от отлетающих раскаленных частиц шлака при отделении шлаковой корки от детали.

Одежда рабочего должна быть закрытой, волосы спрятаны под головной убор.

Во избежание ожогов при снятии наплавленных деталей со станка необходимо пользоваться специальными клещами.

Во время наплавки нужно следить за уровнем флюса в бункере (через контрольное окно в стенке бункера). Следует иметь в виду, что после прекращения подачи флюса дуга становится открытой и может поразить глаза. Поэтому металлическая часть сыпного патрубка должна закрывать электрод от глаз сварщика.

При прорыве дуги сквозь флюс необходимо немедленно остановить наплавочную установку.

Рабочее место должно быть оборудовано местной отсасывающей вентиляцией и хорошо освещено.

Общие сведения

Сущность способа восстановления деталей под флюсом заключается в том, что дуга горит под слоем сварочного флюса.

Флюс надежно защищает расплавленный металл от воздействия кислорода и азота воздуха, замедляет охлаждение металла шва и околошовной зоны и увеличивает время его пребывания в жидком состоянии, что способствует очищению ванны от неметаллических частиц и газов, сокращению количества примесей, шлаковых включений и микропор в наплавленном металле. Схема процессов при наплавке под слоем флюса показана на рис. 5.11.

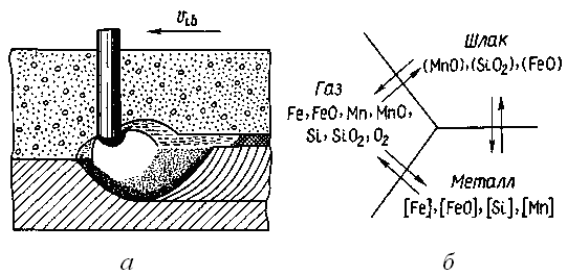


Рис. 5.11. Общая схема процессов взаимодействия металла с газами и шлаком при механизированной наплавке под флюсом:
а – продольный разрез сварочной ванны;
б – схема взаимодействия «металл – шлак – газ»

Наплавка под флюсом позволяет значительно улучшить качество наплавленного металла введением в него легирующих элементов через электродную проволоку или путем использования легирующих флюсов.

Наличие плотного слоя флюса вокруг зоны наплавки позволяет резко повысить абсолютную величину и плотность тока в электроде без увеличения потерь на угар и разбрызгивание и без ухудшения формирования шва.

При наплавке под слоем флюса получается однородный наплавленный металл с гладкой поверхностью и плавным переходом от валика к валику.

При механизированной наплавке используются плавные и неплавные (керамические) флюсы, а также флюсы-смеси.

Плавные флюсы представляют собой сравнительно сложные силикаты, по своим свойствам близкие к стеклу. Их получают путем сплавления компонентов шихты в электрических или пламенных печах с последующим их измельчением до определенной granulации. Они содержат стабилизирующие, шлако- и газообразующие элементы, раскислители кремний и марганец. В ремонтном производстве наибольшее применение получили плавные флюсы АН-348А, ОСЦ-45 и АН-60, содержащие в своем составе 35–44 % закиси марганца. Эти флюсы позволяют получить наибольшую устойчивость дуги, меньше выделяют вредных примесей, в сочетании с углеродистыми и низколегированными проволоками дают высокое качество наплавки.

Керамические флюсы получают из смеси порошкообразных материалов, скрепленных в основном жидким стеклом. Они позволяют легировать наплавленный металл любыми элементами. Однако химическая неоднородность при этом увеличивается до 10–15 % за счет большой разницы по концентрации углерода и карбидообразующих элементов между наплаваемым и основным металлами. В их состав в качестве легирующих компонентов вводят феррохром, ферромарганец, ферросилиций, ферротитан, а для образования шлаков – мрамор, известняк, плавиковый шпат, кварц, двуокись титана. При этом отдельные легирующие элементы выполняют роль легирующих и раскисляющих элементов. При применении керамических флюсов наплавку ведут низкоуглеродистыми проволоками и получают наплавленный слой с необходимыми свойствами без термической обработки. Основным недостатком этих флюсов является высокая гигроскопичность и малая прочность зерен. Наибольшее применение для наплавки деталей получили флюсы АНК-30, АНК-18, АНК-19 и ЖСН-1.

Флюсы-смеси приготавливают преимущественно из плавных и керамических флюсов. Для уменьшения возможности разделения составляющих смеси необходимо, чтобы объемная масса, форма и размер частиц смешиваемых флюсов были как можно ближе. Лучшие результаты достигаются при использовании для смесей пемзовидных флюсов. В зависимости от того, какие свойства необходимо получить в наплавленном металле, применяют смесь флюсов АН-348А и АНК-18 в различных соотношениях.

Электродные материалы

Для наплавки под флюсом используют преимущественно голые сварочные и наплавочные проволоки, а также порошковые проволоки, стальные и порошковые ленты.

Стальная сварочная проволока типа «Св» широко применяется на ремонтных предприятиях. Для механизированных способов сварки предназначена проволока диаметром до 5 мм.

Кроме сварочной проволоки типа «Св» для механизированной наплавки по ГОСТ 10543–80 выпускается специальная наплавочная проволока типа «Нп» диаметром 0,3; 0,5; 0,8; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,5 и 8,0 мм. Она так же, как и сварочная, разделяется на три группы: из углеродистой стали – восемь марок (Нп-30, Нп-40 и др.); из легированной стали – 11 марок (Нп-10Г3; Нп-30Х5 и др.); из высоколегированной стали – девять марок (Нп-2Х14; Нп-45Х4ВЭФ; Нп-45Х2В8Т и др.).

Все большее распространение при восстановлении деталей получают порошковые проволоки. Они представляют собой непрерывный электрод диаметром 2,5–5,0 мм, состоящий из металлической оболочки, заполненной порошком. В качестве наполнителя применяют смесь металлических порошков, ферросплавов, шлакообразующих, газообразующих и др. элементов. Изменение состава наполнительных порошков позволяет с достаточно большой точностью получать необходимое качество наплавленного слоя без дополнительной защиты зоны наплавки флюсом или другим способом.

Порошковые проволоки марок ПП-АН1, ПП-1ДСК и др. (табл. 5.6) при сварке или наплавке низко- и среднеуглеродистых сталей позволяют получать хорошее качество шва без дополнительной защиты. Самозащитные проволоки марок ПП-3Х13-0, ПП-3Х4В3Ф-0 и другие дают поверхность повышенной износостойкости с твердостью до 56 HRC без термической обработки.

Таблица 5.6

Характеристика некоторых порошковых проволок

Марка проволоки	Диаметр, мм	Массовая доля, %			Режим сварки	
		C (углерод)	Mn (марганец)	Si (кремний)	I, А	U, В
ПП-2ДСК	2,3	0,09–0,13	0,13–0,40	0,13–0,40	340–450	25–32
ПП-2Н1	2,8	0,06–0,10	0,6–0,8	0,07–0,15	200–300	24–28
ПП-АН3	3,0	0,07–0,12	0,2–0,45	0,20–0,45	300–500	25–30

Вариацией химического состава проволоки и флюса можно в широких пределах изменять износостойкость наплавленного слоя.

Поверхность сварочной проволоки должна быть чистой и гладкой, без окалины, коррозии и загрязнений.

В настоящее время для наплавки под флюсом находят применение широкослойная стальная лента, изготовленная из стали различных марок: инструментальной, пружинной, нержавеющей и из жаростойких сплавов. Лента поставляется в рулонах. Для наплавки обычно используется лента толщиной 0,1–0,3 мм или специальная порошковая лента ПЛ-АН102, ПЛ-А171 и другие.

Деталь на участке, подлежащем наплавке, необходимо очистить от коррозии, масла, влаги, рыхлого слоя, окалины и др. загрязнений, могущих привести к образованию пор и др. дефектов наплавленного слоя.

Обоснование параметров технологического процесса наплавки

Основные параметры режима механизированной наплавки под флюсом: сила сварочного тока I (А); напряжение U (В); скорость наплавки v_H (м/ч); скорость подачи электродной проволоки v_3 (м/ч); частота вращения детали n (мин⁻¹); вылет электрода L (мм), наклон электрода; смещение электрода l (мм); шаг наплавки S (мм).

Напряжение устанавливают в пределах 25–35 В, чтобы очертания валика были плавными. При более низком напряжении дуги получают валик высокий и узкий, при более высоком – низкий и широкий.

Силу тока I (А) определяют по формуле:

$$I = 110d_3 + 10d_3^2, \quad (5.3)$$

где d_3 – диаметр электродной проволоки (применяют обычно проволоку диаметром 1,6–2,5 мм).

При наплавке применяют постоянный ток обратной полярности. Между напряжением дуги и силой тока существует следующая зависимость:

$$U = 2l + 0,01I, \quad (5.4)$$

Скорость подачи электродной проволоки v_3 (м/ч), скорость наплавки v_H (м/ч) и частоту вращения деталей n (мин⁻¹) рассчитывают по следующим формулам:

$$v_{\text{Э}} = \frac{4\alpha_{\text{H}} I}{\pi d_{\text{Э}}^2 \rho}, \quad (5.5)$$

$$v_{\text{H}} = \frac{\alpha_{\text{H}} I}{100 A \rho}, \quad (5.6)$$

$$n = \frac{v_{\text{H}}}{60\pi D}, \quad (5.7)$$

где α_{H} – коэффициент наплавки, г/(А · ч) (при наплавке на постоянном токе и обратной полярности $\alpha_{\text{H}} = 11,6 \pm 0,4$ г/(А · ч));

ρ – плотность материала проволоки, г/см³;

D – диаметр наплавляемой детали, мм;

A – площадь поперечного сечения шва, см².

Площадь поперечного сечения шва рассчитывают по формуле:

$$A = 2A_{\text{ПФ}}, \quad (5.8)$$

где $A_{\text{П}}$ – площадь сечения электрода, см²;

ϕ – коэффициент, равный 1,4–2,0.

Скорость подачи электродной проволоки лежит в пределах 75–180 м/ч, или 1,25–3,0 м/мин.

Скорость наплавки лежит в пределах 12–15 м/ч, или 0,2–0,75 м/мин. Продольная подача наплавочной головки (шаг наплавки) S устанавливается с расчетом на то, чтобы каждый последующий валик перекрывал предыдущий на 1/3–1/2 его ширины:

$$S = (2-2,5)d_{\text{Э}}. \quad (5.9)$$

Обычно выбирают продольную подачу в пределах 3–6 мм/об. Вылет электрода L составляет 10–25 мм и ориентировочно определяется из выражения:

$$L = (10-12)d_{\text{Э}}. \quad (5.10)$$

Смещение l электрода с зенита в сторону, противоположную направлению вращения детали, не должно превышать 40 мм:

$$l = (0,05-0,07)D. \quad (5.11)$$

Примерные режимы наплавки цилиндрических деталей под слоем флюса приведены в таблице 5.7.

Режимы наплавки цилиндрических деталей под флюсом

Диаметр детали D , мм	Сила тока I , А, при диаметре проволоки, мм		Напряжение U , В	Скорость наплавки v_{H} , м/мин	Скорость подачи электродной проволоки $v_{\text{Э}}$, м/мин	Смещение электрода с зенита l , мм	Шаг наплавки S , мм/об.	Высота одного слоя наплавленного металла на сторону h , мм
	1,2–1,6	2,0–2,5						
50–60	120–140	140–160	26–28	16–24	77	3,0	3,5	1,5–2,5
65–75	150–170	180–220	26–28	16–28	87	4,0	4,0	1,5–2,5
80–100	180–200	230–280	28–30	16–30	104	6,0	4,0	1,5–2,5
150–200	230–250	300–350	30–32	16–32	140	12,0	5,0	2,0–3,0
250–300	270–300	350–380	30–32	16–35	200	18,0	6,0	2,0–3,0

Справочные данные о некоторых деталях, восстанавливаемых под флюсом

1. Ролик поддерживающий трактора ДТ-75, ДТ-75М.
Материал: чугун СЧ 15.
Твердость поверхности – 163–229 НВ.
Износ наружной поверхности под беговые дорожки гусеницы – до диаметра менее 198 мм.
2. Каток опорный трактора ДТ-75, ДТ-75М.
Материал: сталь 45Л-1.
Термообработка – высокочастотная закалка.
Глубина закаленного слоя равна 5–8 мм.
Твердость поверхности – 387–514 НВ.
Предельный износ обода катка по толщине – не более 16 мм.
Биение наружной поверхности отремонтированного обода опорного катка не должно быть более 3 мм.

Техническая характеристика головки А-580М

Сварочный ток номинальный – 500 А.
Скорость наплавки – 12–40 м/ч.
Скорость подачи электродной проволоки – 0,8–6,8 м/мин.
Габариты, мм:

– автомата – 200×925×980;
 – шкафа управления – 470×384×432.
 Масса автомата со шкафом управления – 258 кг.

Таблица 5.8

Нормирование времени наплавки

Норма времени определяется по формуле:

$$T_n = T_o + T_b + T_d + \frac{T_{пз}}{K}, \quad (5.12)$$

где T_n – норма времени, мин;
 T_o – основное время, мин;
 T_b – вспомогательное время, мин;
 T_d – дополнительное время, мин;
 $T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, мин;
 K – количество однотипных деталей в партии, шт.
 Основное время для наплавки цилиндрических деталей:

$$T_o = \frac{Li}{nS}, \quad (5.13)$$

где L – длина наплавляемой поверхности, мм;
 i – число слоев наплавки;
 n – частота вращения детали, об/мин⁻¹;
 S – подача, мм/об.

Число проходов определяется по формуле:

$$i = \frac{D-d}{2t}, \quad (5.14)$$

где D – диаметр, до которого наплавляют деталь, мм;
 d – диаметр наплавляемой поверхности, мм;
 t – толщина наплавляемого слоя за один проход, мм.

Вспомогательное время при механизированной наплавке под слоем флюса приведено в таблице 5.8.

Вспомогательное время определяется по формуле:

$$T_b = T_{b1} + T_{b2}, \quad (5.15)$$

где T_{b1} – время на установку, закрепление и снятие детали, мин;
 T_{b2} – время на управление станком и наплавочной головкой, мин.
 При закреплении детали в трехкулачковом патроне $T_{b1} = (0,4-0,7)$ мин, $T_{b2} = (0,2-0,8)$ мин.

Вспомогательное время при механизированной наплавке под слоем флюса

Способ установки	Масса наплавляемой детали, кг, не более			
	5	10	20	30
В центрах	0,6	0,8	1,1	1,4
В трехкулачковом патроне	0,7	1,0	1,5	2,0
В центрах на оправке	1,6	1,8	2,1	2,4

Дополнительное время при механизированной наплавке под слоем флюса:

$$T_d = 0,15(T_o + T_b). \quad (5.16)$$

Подготовительно-заключительное время на партию деталей принимается равным 13–16 мин.

Область применения

Механизированная наплавка под флюсом применяется в ремонтном производстве для восстановления деталей, имеющих износ свыше 2 мм, например, деталей ходовой части гусеничных тракторов: опорных катков, поддерживающих роликов, направляющих колес, шеек коленчатых валов автотракторных двигателей, а также для восстановления шлицев полуосей, различных валов и др. деталей.

Положительные стороны способа механизированной наплавки под флюсом:

1. Высокая производительность процесса – в 6–8 раз выше, чем при ручной наплавке, – за счет применения более высоких плотностей тока, высокого КПД дуги и механизации процесса.
2. Обеспечиваются высокое качество наплавленного слоя с заданным химическим составом и физико-механическими свойствами, хорошее сплавление с основным металлом, сохраняются легирующие добавки, качество наплавки не зависит от квалификации сварщика.
3. Возможность получения наплавленного слоя значительной толщины – свыше 1,5–2 мм.
4. Уменьшается расход присадочного материала вследствие уменьшения потерь на разбрызгивание, огарки, угар.
5. Облегчаются условия труда, т. к. процесс автоматизирован и отсутствует излучающее действие дуги.

Отрицательные стороны автоматической наплавки под флюсом:

1. Большой нагрев детали в процессе наплавки увеличивает зону термического влияния, приводит к нарушению термической обра-

ботки, поэтому после наплавки требуется последующая термическая обработка, которая усложняет процесс восстановления. Однако при применении керамического флюса термическая обработка не требуется.

2. Трудности удержания ванны расплавленного металла и флюса при наплавке деталей цилиндрической формы, поэтому наплавка деталей диаметром менее 50 мм при этом способе не производится.

3. Ухудшение усталостной прочности до 20–40 % за счет остаточных напряжений, пористости, структурной неоднородности

4. Потребность в применении дорогостоящих керамических флюсов и легированного электродного материала.

5. При загрузке флюса в бункер, а также при просеивании после использования возникает силикозная пыль, вредная для здоровья рабочего.

6. Необходимость удаления шлаковой корки, наличие которой может вызвать прекращение горения дуги.

Порядок выполнения работы

Изучить требования по технике безопасности.

Ознакомиться с оборудованием рабочего места (принципиальная схема установки для вибродуговой наплавки приведена на рис. 5.12).

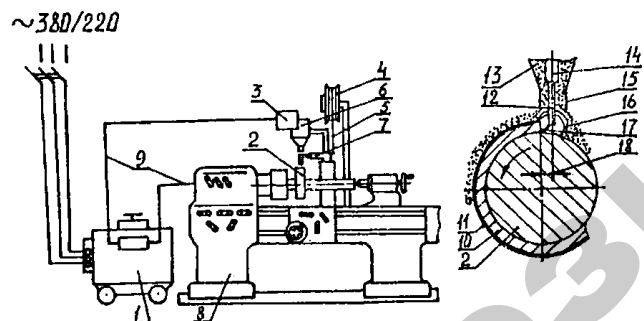


Рис. 5.12. Схема установки для наплавки деталей под флюсом:

- 1 – сварочный преобразователь; 2 – наплавляемая деталь; 3 – пульт управления;
4 – кассета; 5 – электродная проволока; 6 – бункер с флюсом; 7 – сварочная головка; 8 – токарный станок; 9 – сварочные провода; 10 – наплавленный металл;
11 – шлаковая корка; 12 – электродная проволока; 13 – бункер с флюсом;
14 – направляющий мундштук; 15 – флюсовый мундштук; 16 – оболочка из жидкого флюса; 17 – сварочная электрическая дуга; 18 – смещение проволоки

Подготовить деталь к наплавке, очистить поверхность, подлежащую наплавке, от грязи, коррозии, масла металлической щеткой или наждачной бумагой. Если биение или неравномерный износ превышают 0,3–0,5 мм, то перед наплавкой деталь должна быть обработана так, чтобы рабочая поверхность детали после наплавки не находилась в переходном слое. Отверстия, канавки, пазы заделываются графитовыми заглушками.

Рассчитать режимы наплавки в соответствии с формулами (5.3–5.11). Сравнить результаты расчетов с табличными данными.

Закрепить деталь на станке и установить режимы наплавки.

Включить генератор, подачу охлаждающей жидкости, электро-вibrator, станок и сварочную цепь, подачу проволоки и через один оборот детали включить продольную подачу суппорта.

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

Произвести механическую обработку для получения номинального размера детали.

Порядок экспериментального определения коэффициента наплавки и потерь электродного материала на угар и разбрызгивание:

- Определить массу электродной проволоки.
- Определить массу образца.
- Установить образец в трехкулачковый патрон установки и заправить проволоку в наплавочный автомат.
- Установить режим наплавки.
- Наплавить один полный валик на поверхность образца. При этом производится измерение времени горения дуги (секундометром) и определяется среднее значение сварочного тока (по амперметру наплавочной установки).
- Зачистить наплавленный слой металлической щеткой и снять образец.

- Определить массу образца после наплавки.
 - Определить массу неиспользованной проволоки.
 - Определить значения коэффициентов K_H и K_{Σ} .
- Убрать рабочее место.

Результаты исследований сводятся в таблицу 5.9.

Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать: наименование и цель лабораторной работы, принципиальную схему установки наплавки под

флюсом, выбор и обоснование режимов наплавки, схему технологического процесса восстановления детали с применением наплавки под флюсом, результаты исследований влияния материала электродной проволоки и флюса на твердость наплавленного слоя, операционное описание технологического процесса наплавки под флюсом и выводы.

Таблица 5.9

Параметры технологического процесса

Масса электродной проволоки M_k , г	Исходная масса образца M_0 , г	Время горения дуги, t , ч	Сварочный ток I , А	Масса образца после наплавки M'_0 , г	Масса неиспользованной проволоки M'_k , г	Коэффициент наплавки K_n , г/(А · ч)	Коэффициент потерь проволоки на угар и разбрызгивание K_p

Контрольные вопросы

1. Сущность процесса наплавки под флюсом.
2. Какое оборудование используется для наплавки под флюсом?
3. Электрические и кинематические параметры наплавки под флюсом. Способы изменения силы тока.
4. Роль флюса при наплавке. Виды и марки применяемых флюсов. Требования к флюсам для наплавочных работ.
5. Электродные материалы, применяемые при наплавке под флюсом.
6. Способы легирования наплавленного металла.
7. Пути уменьшения коробления и термического влияния на структуру детали при наплавке.
8. Пути повышения производительности при наплавке под слоем флюса.
9. Преимущества и недостатки способа наплавки под слоем флюса.
10. Область применения наплавки под флюсом. Примеры деталей.

5.4. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ВИБРОДУГОВОЙ НАПЛАВКОЙ

Цель и задачи работы

Цель работы – ознакомиться с установкой и устройством наплавочной головки для вибродуговой наплавки; составить схему и краткую технологию наплавки детали; провести вибродуговую наплавку с последующим контролем наплавленного слоя.

Студент должен знать правила безопасной работы; устройство, принцип работы и техническую характеристику наплавочного оборудования; технические условия на приемку деталей в ремонт данным способом; технологический маршрут восстановления; устройство и правила эксплуатации наплавочного оборудования; марки наплавочных материалов и области их применения.

Студент должен уметь проектировать и выполнять технологический процесс восстановления деталей вибродуговой наплавкой.

Задание на выполнение работы

Разработать технологический маршрут и обосновать технологические режимы наплавки, провести технологическое нормирование.

Подготовить присадочный материал и деталь к наплавке.

Произвести наплавку детали с необходимым припуском для получения номинальных размеров после окончательной механической обработки.

Выполнить замеры и проконтролировать восстановленные вибродуговой наплавкой поверхности.

Оформить и защитить отчет о лабораторной работе.

Оснащение рабочего места

1. Токарный станок 7А676 с понижающим редуктором.
2. Наплавочная головка марки ОКС-6569УХЛ4.
3. Низковольтный мотор-генератор ПСГ-500-ІУЗ.
4. Индуктивное сопротивление (дроссель от сварочного трансформатора РСТЭ-34).

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

6. Наплавочная проволока Нп-40, Нп-65, Св-0,8 и Нп-30ХГСА.

7. Металлическая щетка; индикатор часового типа; штангенциркуль ШЦ-Н-320-0,05 ГОСТ 166–80; лупа 10–15-кратного увеличения.

8. Обдирочно-шлифовальный станок.

9. Прибор типа ТК-2М для определения твердости.

10. Весы НЦ-10, секундомер, защитные очки.

11. Детали, подлежащие восстановлению.

Техника безопасности

Вибродуговая наплавка производится только в присутствии лаборанта и по его указанию. Включение рубильника производится только с разрешения лаборанта.

Источник тока и станок должны быть надежно заземлены.

Электродвигатель привода подачи проволоки должен быть изолирован от головки и заземлен.

Во время работы необходимо стоять на резиновом коврике толщиной не менее 3 мм.

Нельзя прикасаться голыми руками к токоведущим частям, когда они находятся под напряжением.

Необходимо содержать руки постоянно сухими.

На щитке установки должен быть общий рубильник, позволяющий одновременно отключать все электрические части установки.

Запрещается производить переключения или присоединения в электрических цепях при включенном общем рубильнике установки.

Зона горения дуги должна быть отгорожена сзади и спереди щитками или резиновыми ковриками.

Нельзя смотреть незащищенными глазами на дугу. Во время работы необходимо пользоваться щитком или защитными очками.

Открытые участки кожи не должны подвергаться действию лучей дуги.

Нужно оберегать открытые части тела от попадания брызг, работать в брезентовом комбинезоне и в головном уборе.

Рабочее место должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

Неподвижные провода наплавочной установки должны быть затянуты в газовые трубки, а подвижные заключены в шланги для предохранения от механических повреждений.

Рабочее место должно быть хорошо освещено.

Общие сведения

При вибродуговой наплавке цилиндрических поверхностей деталь, закрепленная в центрах станка, медленно вращается и на ее поверхность производится наплавка при помощи специальной автоматической головки, установленной на суппорте станка и обеспечивающей автоматическую подачу наплавочной электродной проволоки к детали и вибрацию ее с регулируемой или строго заданной частотой в направлении наплавляемой поверхности. Вибрация в зависимости от конструкции наплавочной головки может осуществляться с использованием электромагнитного (рис. 5.13) или механического кулачкового (рис. 5.14) привода.

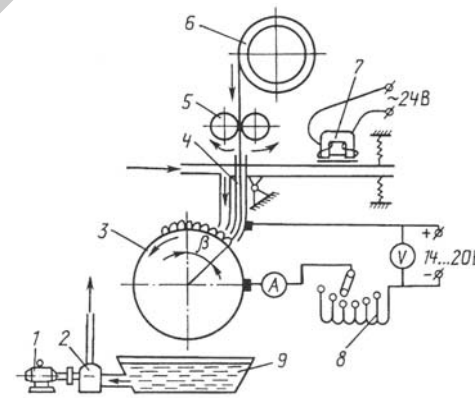


Рис. 5.13. Принципиальная схема вибродуговой наплавки с электромагнитной системой вибрации электрода:

1 – электродвигатель; 2 – насос; 3 – наплавляемая деталь; 4 – вибрирующий мунштук; 5 – механизм подачи проволоки; 6 – кассета; 7 – вибратор; 8 – индукционное сопротивление; 9 – ванна для жидкости

Вибродуговая наплавка может производиться:

- под слоем флюса;
- в среде защитного газа;
- с охлаждением наплавляемой детали жидкостью, подаваемой на деталь на расстоянии 15–40 мм от дуги.

Для наплавки ответственных деталей из высокоуглеродистых легированных сталей может применяться вибродуговая наплавка под слоем флюса или в среде углекислого газа с разработкой техноло-

гии и режимов сварки, исключая образование в деталях каких-либо трещин, закалочных структур.

Таблица 5.10

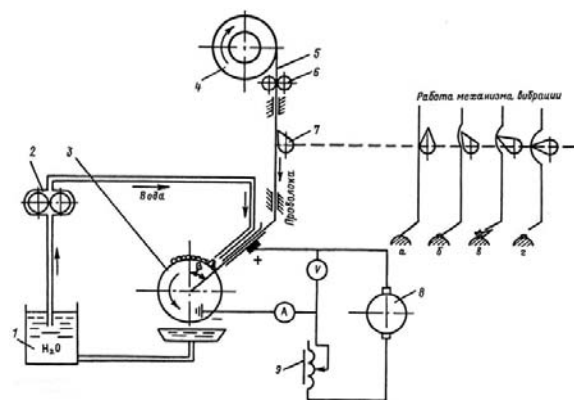


Рис. 5.14. Схема действия установки для вибродуговой наплавки с механическим приводом вибрации электрода:

1 – емкость с охлаждающей жидкостью; 2 – водяной насос; 3 – деталь; 4 – кассета с электродной проволокой; 5 – электродная проволока; 6 – ролики подачи проволоки; 7 – механизм вибрации; 8 – источник тока; 9 – регулятор режима наплавки металла; а – контакт электродной проволоки с деталью; б – отрыв электродной проволоки от детали и возникновение дуги; в – процесс наплавки сварочной дугой; г – гашение сварочной дуги

Толщина слоя наплавки за один проход достигает 0,7–2,0 мм. Такой способ наплавки обеспечивает малую глубину проплавления и незначительную зону термического влияния, при этом наплавляемая деталь практически не получает деформации.

Для вибродуговой наплавки применяется флюс марок АН-348А и ОЦС-45 мелкой грануляции с величиной зерен от 0,25 до 1,5 мм в поперечнике.

Проволока для наплавки берется диаметром 1,2–1,6 мм марок Св-08А, Св-10ГА и специальная легированная (марок Св-10Х13 или Св-10Х5М ГОСТ 2246–60) в зависимости от отработанных режимов и требований к наплавленному слою.

Для вибродуговой наплавки деталей под слоем флюса широко применяются головки типа АНКЭФ-1 конструкции ЦНИИ МПС, на которых может производиться наплавка таких деталей как валы тяговых двигателей, рессорные валики локомотивов, втулки и т. п. (табл. 5.10)

Технические характеристики вибродуговых головок

Показатели	Марки вибродуговых головок						
	конструкция ВНИИАТ УАНЖ-5	конструкция ЧТЗ	конструкция Челябинского АРЗ и ЧПИ	КУМА-5	УЛИВГ-5	УЛИВГ-7	ОКС-6569 ГОСНИТИ
Диаметр электродной проволоки, мм	1,2–2	до 2,2	до 3	0,5–2,5	до 3	до 3	до 3
Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	0,75–1,32	0,75–1,32	9,9–1,44	0,2–3,0	0,5–7,6	0,6–2,1	0,5–4,5
Изменение скорости подачи электродной проволоки	Сменой ведущих роликов (7 шт.)	Сменой ведущих роликов (5 шт.)	Сменными шестернями				
Амплитуда вибрации электрода, мм	0,8–3,0	–	–	–	1,4–1,6	1,65–3,25	0–3
Принцип действия вибратора	Электромагнитный	Механический эксцентрик	Круговое движение конца электрода	Механический			
Частота колебаний, Гц	50	50	46,7	–	21,2–10,5	21,2–10,5	75±3

Наплавку в среде защитного газа можно производить вибродуговой головкой конструкции МИИТа; этой же головкой можно выполнять наплавку и под флюсом.

Вибродуговую наплавку под слоем флюса и в среде углекислого газа или смеси защитных газов на деталях разрешается производить и другими типами головок с соответствующей разработкой технологии и режимов сварки.

До недавнего времени вибродуговая наплавка являлась одним из наиболее распространенных способов восстановления деталей на сельскохозяйственных ремонтных предприятиях, что обусловлено рядом особенностей этого технологического процесса.

Процесс обладает довольно высокой производительностью – до 2–6 кг металла в час.

Наибольшее распространение в ремонтном производстве получила вибродуговая наплавка с охлаждением наплавляемой детали жидкостью, что обеспечивает незначительный нагрев детали в процессе наплавки (до 100 °С), исключает структурные изменения в поверхности детали (зона термического влияния при наплавке незакаленных деталей – 0,6–1,5 мм, закаленных – 1,8–4,0 мм), что позволяет наплавлять детали малого диаметра (от 8 мм), не опасаясь их прожога или коробления.

Применение охлаждающей жидкости в сочетании с различными электродными материалами делает возможным получение твердости наплавленного металла до 58–60 HRC, что исключает из технологического процесса последующую термическую обработку (табл. 5.11).

Таблица 5.11

Влияние скорости охлаждения на химический состав наплавленного металла (электродная проволока Нп-60, напряжение на дуге 18 В)

Подача жидкости, л/мин	Содержание элементов в металле, %			
	C	Mn	Si	N
0	0,29	0,34	0,17	0,087
0,5	0,31	0,35	0,20	0,079
2,5	0,40	0,37	0,23	0,034

Толщина наплавленного слоя может регулироваться в пределах 0,5–3,0 мм. При необходимости возможна многослойная наплавка.

Потери электродного материала на угар и разбрызгивание не превышают 6–8 %.

Основными отличительными особенностями автоматической вибродуговой наплавки являются:

- вибрация электродной проволоки с частотой 50–100 Гц (вдоль оси проволоки, подаваемой в направлении наплавляемой поверхности);
- подача охлаждающей жидкости на деталь на расстоянии 15–40 мм от места горения электрической дуги.

Процесс вибродуговой наплавки состоит из трех последовательно повторяющихся периодов (рис. 5.15):

1 – короткое замыкание электродной проволоки с наплавляемой поверхностью детали;

2 – дуговой разряд при размыкании вследствие обратного хода проволоки вместе с головкой. Образуется кратковременная дуга продолжительностью 4–10 миллисекунд;

3 – холостой ход с подачей головки вместе с электродной проволокой к поверхности детали до замыкания.

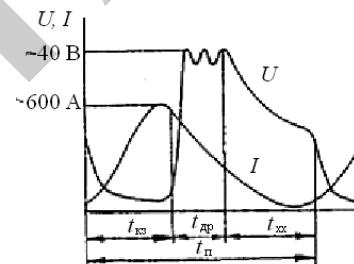


Рис. 5.15. Осциллограммы тока (I) и напряжения (U) на дуге: $t_{кз}$ – время короткого замыкания; $t_{др}$ – время дугового разряда; $t_{хх}$ – время холостого хода; t – текущее время; $t_{п}$ – период

Основное количество тепла, идущего на расплавление электродной проволоки и поверхности детали, выделяется в период горения дуги (80–95 %).

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 30–35 В). Благодаря вибрации процесс наплавки происходит при низком напряжении источника тока (12–22 В), 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, снимаются поры и трещины, обеспечиваются плотные ровные слои.

Термическая ионизация достигается под действием тепла в зоне контакта (как это и осуществляется при зажигании дуги во время ручной дуговой сварки).

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.

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:

- осуществить закалку наплавляемого слоя в случае применения закаливающейся электродной проволоки;
- защитить расплавленный металл от проникновения кислорода и азота воздуха;
- устранить нагрев наплавляемой детали, которая в процессе наплавки остается практически холодной.

В качестве охлаждающей жидкости применяется 3–5 %-ный водный раствор кальцинированной соды или (в ответственных случаях) 10–20 %-ный водный раствор технического глицерина.

Расход жидкости 0,5–1,0 л/мин. Подача жидкости производится на расстоянии 15–40 мм от места горения дуги.

Преимущества вибродуговой наплавки:

1. Путем подбора необходимой марки электродной проволоки можно получить наплавленный слой высокой твердости без дополнительной термической обработки.
2. Отсутствуют деформация и коробление деталей в процессе наплавки.
3. Производительность процесса примерно в 4–5 раз выше, чем при ручной электродуговой наплавке.

4. Увеличивается безопасность для обслуживающего персонала вследствие применения тока низкого напряжения.

Недостатки вибродуговой наплавки:

1. Снижается усталостная прочность наплавляемых деталей в связи с образованием закалочных структур в процессе наплавки, вызывающих возникновение растягивающих напряжений.
2. Наплавленный слой имеет неоднородную твердость 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.

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 наплавленного 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 попеременным поворачиванием вала на 180° относительно его оси.

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

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

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, водяного пара, пены, 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.

Область применения вибродуговой наплавки

Вибродуговая наплавка применяется для восстановления деталей, имеющих сравнительно небольшие диаметральные размеры, 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 до 2 мм. Например: шейки распределительных валов, крестовины кардана, шейки валов КПП, 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 требуемых твердости и износостойкости наплавленного слоя (табл. 5.12).

Таблица 5.12

Влияние состава электродной проволоки на твердость наплавленного металла

Марка проволоки	Твердость слоя
Св-0,8	180–300 НВ
Нп-20	190–320 НВ
Нп-40	15–45 HRC
Нп-60ХГСА	20–60 HRC
Нп-80ХГСА	25–65 HRC
Св-30ХГСА	15–50 HRC

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 при расходе жидкости 0,02 л/мин.

Режимы наплавки

Режим наплавки характеризуется электрическими и кинематическими параметрами (табл. 5.13 и 5.14).

Таблица 5.13

Рекомендуемые режимы вибродуговой наплавки стальных деталей

Диаметр детали, мм	Толщина наплавленного слоя, 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.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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	2,3	150–210	0,3	1,1	0,7	2–3	2,0	45

Примечание. Ток постоянный обратной полярности. Напряжение дуги 12–15 В.

Таблица 5.14

Рекомендуемые режимы вибродуговой наплавки чугунных деталей

Наплавочный материал	Толщина наплавочного слоя, мм	Сила тока наплавки, А	Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	Частота вращения детали, мин ⁻¹	Подача суппорта станка, мм/об.	Припуск на механическую обработку на сторону (не менее), мм
Проволока Ø1,6–1,8 мм	0,6–0,7	1,3	120–140	1200/πD	1,8–2,2	0,4
	1,5	1,7	160–190	1000/πD	2,3–2,8	0,8
	2,5–3	1,7	160–190	370/πD	2,8–3,5	1,0
Проволока Ø1,6–1,8 мм	2,5–3	1,7	300–350	200/πD	3,3–3,4	1,0
Лента сечением 0,5×10 мм	2,5–3	1,7	300–340	200/πD	7,5	1,0

Примечание. D – диаметр наплавляемой детали, мм.

Электрические параметры:

- напряжение источника тока U, В;
- сила тока цепи I, А;
- полярность;
- индуктивность цепи L, Г (мГ).

Кинематические параметры:

- скорость наплавки v_н, м/мин;
- скорость подачи электродной проволоки v_э, м/мин;
- шаг наплавки S, мм/об.;
- расход жидкости q, л/мин.

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

Режимы наплавки выбираются в соответствии с необходимой толщиной наплавочного слоя (табл. 5.15).

Рекомендуемые диаметр электрода d_э и напряжение источника питания U в зависимости от необходимой толщины h наплавочного металла

h, мм	d _э , мм	U, В
0,3–0,9	1,6	12–15
1,0–1,6	2,0	15–20
1,8–2,5	2,5	20–25

Величину тока рассчитывают по формуле:

$$I = jF_{э}, \quad (5.17)$$

где j – плотность тока, А/мм² (для d_э > 2,0 мм j = (60–75) А/мм²);

F_э – сечение электрода, мм².

Индуктивность дросселя зависит от источника питания, длины соединительных кабелей и подбирается экспериментально по минимальному разбрызгиванию металла и качеству сплавления его с основой. Скорость подачи электродной проволоки:

$$v_{э} = \frac{IU}{600d_{э}^2}. \quad (5.18)$$

Скорость наплавки можно определить по формуле:

$$v_{н} = \frac{0,785d_{э}^2v_{э}\mu}{hSa}, \quad (5.19)$$

где μ – коэффициент перехода электродного материала в наплавочный металл (μ = 0,8–0,9);

a – коэффициент, учитывающий отклонение фактической площади сечения наплавочного валика от площади прямоугольника с высотой h (a = 0,7–0,85).

Частота вращения детали:

$$n = \frac{1000v_{н}}{\pi D}, \quad (5.20)$$

где n – частота вращения, об./мин;

D – диаметр детали, мм.

Шаг наплавки S, мм, влияет на прочность сцепления наплавочного металла с основой и волнистость поверхности. Он рассчитывается по формуле:

$$S = (1,6-2,2)d_3. \quad (5.21)$$

Амплитуда колебаний A , мм:

$$A = (0,75-1,0)d_3. \quad (5.22)$$

Вылет электрода l_3 , мм:

$$l_3 = (5-8)d_3. \quad (5.23)$$

Дополнительная индуктивность цепи L , Г:

$$L = \frac{5l_3\pi d_3^2 \nu_3 \rho}{I_{\max}^2 \nu}, \quad (5.24)$$

где ρ – плотность материала проволоки (для железа $\rho = 7,85$ г/см³);

ν – частота размыкания цепи электрода, Гц;

$I_{\max} = 2I$ – максимальная сила тока в электрической дуге, А.

Обычно используют напряжение 12–22 В, при наплавке до 1 мм на тонкостенные детали – 12–16 В, при большей толщине слоя напряжение увеличивают. Сила тока выбирается по плотности тока, приходящейся на 1 мм² площади сечения проволоки электрода (65–75 А/мм²). При использовании в качестве источника тока генератора АНД индуктивность принимается 0,28–0,65 мГ, количество витков дросселя РСТЭ-34 принимается 6–8. Скорость наплавки рекомендуется не выше 2,0 м/мин.

Положение мунштука 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 12–15 В составляет 0,5–1,0 л/мин, при повышении напряжения до 20–25 В расход следует увеличить в 2–3 раза.

Выбранные режимы уточняются в процессе пробных наплавов.

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 с помощью прибора Роквелла в трех местах на разных участках, предварительно зачистив его шлифовальным кругом.

Характеристика некоторых деталей, подлежащих вибродуговой наплавке

1. Распределительный вал двигателя Д-240.

Материал детали: сталь 45.

Твердость поверхности опорных шеек и кулачков: 54–62 HRC.

Термообработка: высокочастотная закалка на глубину 2–5 мм.

Шероховатость поверхностей опорных шеек, впускных и выпускных кулачков должна соответствовать Ra 0,63–0,32 (ГОСТ 2309–80).

Номинальный диаметр опорных шеек $50_{-0,065}^{-0,050}$. Допускается в сопряжении с втулками, бывшими в эксплуатации, размер опорных шеек 49,88 мм и в сопряжении с новыми втулками – 49,86 мм.

2. Ось качения трактора ДТ-75.

Материал детали: сталь 20.

Твердость поверхности не менее 56 HRC.

Термообработка: цементация при 920 ± 10 °С на глубину 1–1,5 мм, закалка при 800 ± 10 °С в воде, отпуск при 180 ± 10 °С.

Шероховатость поверхности под внутренний балансир и поверхности под втулки Ra 0,63.

Номинальный диаметр поверхности под внутренний балансир – $50_{-0,050}$; допустимый в сопряжении с деталями, бывшими в эксплуатации, – 49,93; с новыми – 49,90. Номинальный диаметр поверхностей под втулки – $50_{-0,050}$; допустимый в сопряжении с деталями, бывшими в эксплуатации, – 49,85; с новыми – 49,70.

Нормирование времени наплавки

Норма времени определяется по формуле:

$$T_n = T_o + T_b + T_d + \frac{T_{пз}}{K}, \quad (5.25)$$

где T_n – норма времени, мин;

T_o – основное время, мин;

T_b – вспомогательное время, мин;

T_d – дополнительное время, мин;

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

K – количество однотипных деталей в партии, шт.

Основное время для наплавки цилиндрических деталей:

$$T_o = \frac{Li}{nS}, \quad (5.26)$$

где L – длина наплавляемой поверхности, мм;
 i – число слоев наплавки;
 n – частота вращения детали, об./мин;
 S – подача, мм/об.

Вспомогательное время определяется по формуле:

$$T_v = T_{v1} + T_{v2}, \quad (5.27)$$

где T_{v1} – время на установку, закрепление и снятие детали, мин;
 T_{v2} – время на управление станком и наплавочной головкой, мин.

При закреплении детали в трехкулачковом патроне $T_{v1} = (0,4-0,7)$ мин, $T_{v2} = (0,2-0,8)$ мин.

Дополнительное время при вибродуговой наплавке:

$$T_d = 0,1(T_o + T_v). \quad (5.28)$$

Подготовительно-заключительное время на партию деталей: $T_{пз} = (13-15)$ мин.

Производительность наплавки W , см²/мин, может быть определена по формуле:

$$W = v_H S. \quad (5.29)$$

Расход электродного материала на наплавленную поверхность:

$$P = 0,785 T_o d^2 v_3 j, \quad (5.30)$$

где P – масса расходуемого электродного материала, г;
 j – плотность электродного материала, г/см³.

При оценке эффективности вибродуговой наплавки, а также при нормировании этой операции необходимо знать величины коэффициентов наплавки и потерь металла на угар и разбрызгивание.

Коэффициент наплавки представляет собой количество металла в граммах, наплавленного за один час горения дуги при силе тока в 1 А. Его величина зависит от сварочного тока, диаметра электродной проволоки, ее физико-механических свойств, рода тока и полярности.

Значение коэффициента наплавки определяется на основании опытных наплавок путем замера тока, времени горения дуги и массы наплавленного металла.

Расчет коэффициента наплавки производится по следующей формуле:

$$K_H = \frac{M_H}{It} = \frac{M'_O - M_O}{It}, \quad (5.31)$$

где K_H – коэффициент наплавки, г/(А · ч);
 M_H – масса наплавленного металла, г;
 M_O – исходная масса образца, г;
 M'_O – масса образца после наплавки, г;
 I – среднее значение силы сварочного тока, А;
 t – время горения дуги, ч.

По сравнению с другими способами вибродуговая наплавка отличается весьма интенсивным разбрызгиванием и угаром металла.

Потери электродной проволоки при наплавке оцениваются коэффициентом потерь на угар и разбрызгивание.

Коэффициент потерь представляет собой отношение массы металла, потерянного при наплавке, к массе израсходованной электродной проволоки:

$$K_{п} = \frac{M_{п} - M_H}{M_{п}} = \frac{(M_K - M'_K) - (M'_O - M_O)}{M_K - M'_K}, \quad (5.37)$$

где $K_{п}$ – коэффициент потерь проволоки на угар и разбрызгивание;
 $M_{п}$ – масса израсходованной проволоки, г;
 M_H – масса наплавленного металла, г;
 M_K – масса кассеты с проволокой до опыта, г;
 M'_K – масса кассеты с проволокой после опыта, г.

Порядок выполнения работы

Изучить требования по технике безопасности.

Ознакомиться с оборудованием рабочего места.

Подготовить деталь к наплавке, 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 так, чтобы рабочая поверхность детали после наплавки не находилась в переходном слое. Отверстия, канавки, пазы заделывают графитовыми заглушками.

Принятые режимы наплавки деталей

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 v_3 , м/ч
Скорость наплавки $v_{нб}$, м/ч
Дополнительная индуктивность L , мГ
Частота вращения детали n , мин ⁻¹
Шаг наплавки S , мм/об
Вылет электрода l , мм
Твердость НРС
Амплитуда колебаний A , мм
Толщина наплавленного слоя h , мм

Таблица 5.17

Технологический процесс восстановления детали вибродуговой наплавкой

Наименование операции	Оборудование, приспособления, инструмент, материалы	Режим работы или результаты измерений	Технические требования

Контрольные вопросы

1. Сущность процесса вибродуговой наплавки.
2. Какое оборудование используется для вибродуговой наплавки?
3. В чем заключаются особенности процесса вибродуговой наплавки по сравнению с ручной наплавкой и автоматической наплавкой под флюсом?
4. Роль вибрации электрода при вибродуговой наплавке.
5. Для чего применяется охлаждающая жидкость и как она влияет на процесс наплавки?
6. Назовите электрические и кинематические параметры процесса вибродуговой наплавки.

Рассчитать режимы наплавки в соответствии с формулами (5.17–5.24). Сравнить результаты расчетов с рекомендуемыми режимами наплавки деталей.

Закрепить деталь на станке и установить режимы наплавки.

Включить генератор, подачу охлаждающей жидкости, электро-вibrator, станок и сварочную цепь, подачу проволоки и через один оборот детали включить продольную подачу суппорта.

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

Произвести механическую обработку для получения номинального размера детали.

Определить массу электродной проволоки.

Определить массу образца.

Установить образец в трехлапчатый патрон установки и заправить проволоку в наплавочный автомат.

Установить режим наплавки.

Наплавить один полный валик на поверхность образца. При этом производится измерение времени горения дуги (секундомером) и определяется среднее значение сварочного тока (по амперметру наплавочной установки).

Зачистить наплавленный слой металлической щеткой и снять образец.

Определить массу образца после наплавки.

Определить массу неиспользованной проволоки.

Определить значения коэффициентов K_H и K_P .

Убрать рабочее место.

Результаты исследований сводятся в таблицу 5.15.

Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать: наименование и цель лабораторной работы, принципиальную схему установки для вибродуговой наплавки, выбор и обоснование режимов наплавки (по форме табл. 5.16), схему технологического процесса восстановления детали с применением вибродуговой наплавки (табл. 5.17), результаты исследований коэффициента наплавки и потерь электродного материала на угар и разбрызгивание, операционное описание технологического процесса и выводы.

7. Какие электродные материалы применяются при вибродуговой наплавке?

8. Способы улучшения качества наплавки.

9. Виды вибраторов у вибродуговых установок, их схемы.

10. В чем заключаются преимущества и недостатки вибродуговой наплавки?

11. Назовите примеры поверхностей, восстанавливаемых при помощи процесса вибродуговой наплавки.

5.5. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН СВАРКОЙ И НАПЛАВКОЙ В СРЕДЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА И В ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЯХ

Цель и задачи работы

Цель работы – закрепить теоретические знания и получить практические навыки в области восстановления деталей машин сваркой и наплавкой в среде CO_2 и в смесях защитных газов.

Студент должен знать правила безопасной работы; устройство, техническую характеристику и правила эксплуатации сварочного и наплавочного оборудования; условия работы детали; характерные дефекты детали и методы их выявления; технические условия на приемку деталей в ремонт; маршрут восстановления детали.

Студент должен уметь проектировать и выполнять технологический процесс восстановления деталей сваркой и наплавкой в среде CO_2 или в смесях защитных газов.

Задание на выполнение работы

Изучить технологию и оборудование поста сварки в среде CO_2 и в защитных смесях газов.

Разработать технологический процесс восстановления деталей сваркой в среде CO_2 или в смесях защитных газов.

Приобрести практические навыки по восстановлению деталей сваркой в среде CO_2 или в смесях защитных газов.

Оформить технологический процесс восстановления детали.

Оснащение рабочего места

1. Стол для сварочных работ ОКС-7523.
2. Установка для сварки в среде CO_2 и в защитных газовых смесях «Гефест».
3. Выпрямитель ВДУ-501.
4. Верстак слесарный ОРГ-1468-06-092А.
5. Стеллаж ОРГ-1468-06-092А.
6. Щитки сварщика ГОСТ 14651–79.
7. Щетка металлическая ГОСТ 19630–74.

8. Ручная шлифмашинка ГОСТ 12633–79.
9. Молоток слесарный 7850-0035 ГОСТ 2310–90.
10. Зубило 2610-0160 ГОСТ 7211–72.
11. Очки защитные с простыми стеклами.
12. Присадочная проволока ГОСТ 2246–70, ГОСТ 10543–75.
13. Баллон с углекислым газом ТУ 6-21-32-78.
14. Редуктор ДЗД-1-59-М ГОСТ 6266–78.
15. Шланги типа ИВН Ø12 ГОСТ 9356–60.
16. Детали, подлежащие восстановлению.

Техника безопасности

Работающие на установке должны пройти инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

Установка должна быть надежно заземлена.

Производить работу можно только в присутствии учебного мастера и по его указанию.

Работающий на установке обязан:

- знать устройство и принцип работы установки;
- соблюдать режим работы в соответствии с техпроцессом.

Сварщик должен иметь защитный щиток, рукавицы, спецодежду, головной убор. Рабочее место оснащается резиновым ковриком.

При работе с баллонами с защитным газом следует избегать сильных толчков и ударов по баллону, нагрева его свыше 40 °С, необходимо соблюдать правила эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

В помещении, где производится работа, должны быть средства пожаротушения (песок, вода, огнетушители) и вытяжная вентиляция.

Перед началом работы необходимо:

- осмотреть установку и убедиться в ее исправности;
- проверить герметичность соединений. Утечка газа через сальники вентиля и накидные гайки не допускается;
- установить необходимые режимы сварки согласно техпроцессу;
- надеть защитный щиток;
- включить вытяжную вентиляцию.

Во время выполнения работы:

- необходимо выполнять только ту работу, которая поручена и разрешена руководителем;
- необходимо следить за давлением рабочего газа – углекислого газа или защитной газовой смеси;

- запрещается начинать сварку, пока находящиеся рядом люди не будут защищены от дуги;

- запрещается прикасаться руками к токоведущим частям установки;

- запрещается производить ремонт оборудования без полного обесточивания установки;

- при появлении напряжения в частях сварочного оборудования, не являющихся токоведущими, необходимо немедленно прекратить работу на установке и сообщить учебному мастеру;

- в случае поражения током необходимо оказать пострадавшему первую помощь до прихода врача. Для этого, не касаясь пострадавшего, разомкнуть электрическую цепь, выключив рубильник. Если пострадавший не подает признаков жизни, необходимо сделать ему искусственное дыхание.

По окончании работы необходимо:

- выключить установку;
- закрыть вентиль на баллоне с углекислым газом;
- привести в порядок рабочее место и сдать его учебному мастеру.

Общие сведения

Сущность способа в том, что в зону горения дуги под давлением подается углекислый газ или смесь защитных газов, одним из компонентов которой является нейтральный газ (Ar, He и др.), благодаря которым столб электрической дуги и особенно ванна расплавленного металла зоны сварки (наплавки) изолируются от кислорода, водорода и азота воздуха (рис. 5.16).

Областью применения наплавки является восстановление широкой номенклатуры деталей трансмиссии и ходовой части тракторов автомобилей и сельскохозяйственных машин, а также сварка тонколистовой стали (оперение машин, кабины, бункера и др.) и деталей из чугуна.

Достоинства процесса:

- высокая производительность (в 2,5 раза выше, чем при ручной дуговой сварке, в 1,2–1,3 раза производительнее сварки и наплавки под слоем флюса);
- сварку можно вести в любых пространственных положениях;
- отсутствует необходимость зачистки швов;
- при наплавке в среде CO₂ и в защитных газовых смесях хорошо формируется шов, наплавленный металл получается плотным,

зона термического влияния невелика, благодаря этому способ применяют для сварки тонколистового металла и для наплавки деталей из углеродистых и малолегированных сталей диаметром 10–40 мм;

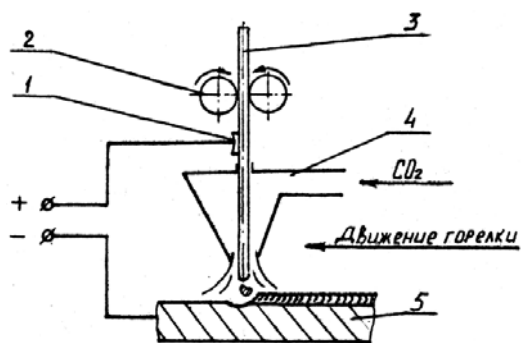


Рис. 5.16. Схема сварки (наплавки) в углекислом газе:

1 – контакт подвода сварочного тока к присадочной проволоке; 2 – механизм подачи проволоки; 3 – электродная проволока; 4 – сопло сварочной горелки с подводом защитного газа; 5 – деталь

- возможность наблюдения за процессом сварки;
- низкая стоимость защитного газа.

Недостатки процесса:

- повышенное разбрызгивание металла (до 10–12 %);
- потери защитного газа;
- ограниченное легирование наплавленного металла;
- снижение износостойкости и усталостной прочности на 10–20 %.

Подача в зоны сварки (наплавки) CO_2 или защитных газовых смесей осуществляется по схеме «баллон – подогреватель – осушитель – понижающий редуктор-расходомер – наплавочная головка». Подогрев и осушение CO_2 необходимы в целях устранения возможной закупорки льдом отверстий в редукторе-расходомере, которая может образоваться от расширения газа, а также для предотвращения пористости.

Традиционно используемые и относительно недавно открытые для сварки технические газы при смешивании обеспечивают не достижимые ранее скорость и качество выполнения сварочных работ. При использовании защитных газовых смесей на основе аргона:

- уменьшается количество оксидных включений;
- улучшается микроструктура металла;

- увеличивается глубина провара шва, повышается его плотность;

- увеличивается прочность свариваемых конструкций;

- увеличивается в два раза производительность сварки по сравнению с традиционной (в защитной среде CO_2). Это происходит из-за меньшего поверхностного натяжения расплавленного металла, вследствие чего на 70–80 % снижается разбрызгивание и набрызгивание электродного металла. Благодаря незначительности количества брызг и поверхностного шлака во многих случаях исключаются работы по зачистке свариваемых элементов.

Стоимость газа составляет лишь небольшую часть общего объема затрат на сварку.

Использование защитных газовых смесей снижает расход электроэнергии и материалов на 10–15 %. Благодаря уменьшению количества дыма, сварных аэрозолей сохраняются здоровье сварщика и возможность длительное время работать с большим вниманием. Защитные газовые смеси обеспечивают высокое качество сварного соединения как полуавтоматической, так и автоматической (в т. ч. с применением робота-автомата) электросварки.

Широко применяемый в сварочном производстве способ защиты сварочной ванны с помощью однокомпонентных газов (двуокись углерода или аргон) со временем не стал удовлетворять требованиям качества и производительности. Дальнейшим этапом повышения эффективности сварки при изготовлении сварных металлоконструкций стало применение многокомпонентных газовых смесей на основе аргона. Изменяя состав газовой смеси в определенных пределах, можно изменять свойства металла шва и сварного соединения в целом.

Преимущество процесса сварки в газовых смесях на основе аргона проявляется в том, что возможен струйный и управляемый процесс переноса электродного металла. Эти изменения сварочной дуги – эффективный способ управления ее технологическими характеристиками: производительностью, величиной потерь электродного металла на разбрызгивание, формой и механическими свойствами металла шва, а также величиной проплавления основного металла.

Процентное содержание того или иного газа в смеси принимается исходя из толщины свариваемого металла, степени его легирования и требований, предъявляемых к сварным соединениям в зависимости от условий эксплуатации изделия.

Области применения различных газовых смесей при сварке плавящимся электродом приведены в таблице 5.18, режимы сварки – в таблицах 5.19 и 5.20. Данные смеси проверены практикой, что позволяет рекомендовать их для получения качественного сварного соединения.

Таблица 5.18

Рекомендации по применению защитных газовых сварочных (наплавочных) смесей

Состав газовой сварочной смеси	Свариваемые материалы	Область применения
1	2	3
80–95 % Ar + + 20–5 % CO ₂	Углеродистые и легированные конструкционные стали	Капельный или струйный перенос электродного металла. Стабильность дуги. Сварка металлов широкого спектра толщин
92 % Ar + + 6 % CO ₂ + + 2 % O ₂	Углеродистые и легированные конструкционные стали	Капельный или струйный перенос электродного металла. Рекомендуется для сварки металлов малых толщин
85 % He + + 13,5 % Ar + + 1,5 % CO ₂	Углеродистые и легированные конструкционные стали	Сварка пульсирующей дугой. Дает чистые швы с гладким профилем с незначительным окислением поверхности. Рекомендуется для тонких материалов, где высокая скорость сварки дает низкий уровень деформации материала
43 % Ar + + 55 % He + + 2 % CO ₂	Углеродистые и легированные конструкционные стали	Низкий уровень армирования металла шва и околосшовной зоны. Подходит для сварки металлов широкого спектра толщин
60 % Ar + + 38 % He + + 2 % CO ₂	Углеродистые и легированные конструкционные стали	Капельный или струйный перенос электродного металла. Придает стабильность дуге, что обеспечивает низкий уровень разбрызгивания и снижает появление дефектов шва

1	2	3
70 % Ar + + 30 % He	Цветные металлы и их сплавы. Средне- и высоколегированные стали	Инертная газовая смесь. Дает более эффективный нагрев, чем чистый аргон. Увеличивает скорость сварки. Обеспечивает глубокий провар, низкую пористость и ровную поверхность сварного шва
50 % Ar + + 50 % He	Цветные металлы и их сплавы. Средне- и высоколегированные стали	Инертная, имеющая наиболее широкое применение газовая смесь для сварки материалов любой толщины
30 % Ar + + 70 % He	Цветные металлы и их сплавы. Средне- и высоколегированные стали	Инертная смесь, используется для толстых материалов, что позволяет существенно увеличить скорость сварки, уменьшить пористость и применение подогрева. Дает ровный сварной шов с более глубоким проплавлением и меньшими дефектами

Таблица 5.19

Рекомендуемые режимы сварки (наплавки) в среде защитных газов плавящимся электродом

Толщина, мм	Рекомендуемая смесь	Диаметр проволоки, мм	Скорость сварки, мм/мин	I _{св} , А	U _д , В	Скорость подачи проволоки v _п , м/мин	Расход газа, л/мин
1	2	3	4	5	6	7	8
Углеродистые конструкционные стали							
1	92 % Ar + + 6 % CO ₂ + + 2 % O ₂	0,8	350–600	45–65	14–15	3,5–4,0	12
1,6	92 % Ar + + 6 % CO ₂ + + 2 % O ₂	0,8	400–600	70–80	15–16	4,0–5,3	14

Продолжение табл. 5.19

1	2	3	4	5	6	7	8
3	92 % Ar + + 6 % CO ₂ + + 2 % O ₂	1	280–520	120–160	17–19	4,0–5,2	15
6	92 % Ar + + 6 % CO ₂ + + 2 % O ₂	1	300–450	140–160	17–18	4,0–5,0	15
6	92 % Ar + + 6 % CO ₂ + + 2 % O ₂	1,2	420–530	250–270	26–28	6,6–7,3	16
10	92 % Ar + + 6 % CO ₂ + + 2 % O ₂	1,2	300–450	140–160	17–18	3,2–4,0	15
10	82 % Ar + + 18 % CO ₂	1,2	400–480	270–310	26–28	7,0–7,8	16
>10,0	82 % Ar + + 18 % CO ₂	1,2	300–450	140–160	17–18	3,2–4,0	15
>10,0	92 % Ar + + 6 % CO ₂ + + 2 % O ₂	1,2	370–440	290–330	28–31	4,8–5,1	17
Легированные стали							
1,6	85 % He + + 13,5 % Ar + + 1,5 % CO ₂	0,8	410–600	70–85	19–20	6,5–7,1	12
3	55 % He + + 43 % Ar + + 2 % CO ₂	1	400–600	100–125	16–19	5,0–6,0	13
6	55 % He + + 43 % Ar + + 2 % CO ₂	1	280–520	120–150	16–19	4,0–6,0	14
6	55 % He + + 43 % Ar + + 2 % CO ₂	1,2	500–650	220–250	25–29	7,0–9,0	14
10	38 % He + + 60 % Ar + + 2 % CO ₂	1,2	250–450	120–150	16–19	4,0–6,0	14
10	38 % He + + 60 % Ar + + 2 % CO ₂	1,2	450–600	260–280	26–30	8,0–9,5	14
>10,0	38 % He + + 60 % Ar + + 2 % CO ₂	1,2	220–400	120–150	16–19	4,0–6,0	15
>10,0	38 % He + + 60 % Ar + + 2 % CO ₂	1,2	400–600	270–310	28–31	9,0–10,5	15

Окончание табл. 5.19

1	2	3	4	5	6	7	8
Алюминий и его сплав							
1,6	30 % He + + 70 % Ar	1	450–600	70–100	17–18	4,0–6,0	14
3	30 % He + + 70 % Ar	1,2	500–700	105–120	17–20	5,0–7,0	14
6	30 % He + + 70 % Ar	1,2	450–600	120–140	20–24	6,5–8,5	14
6	50 % He + + 50 % Ar	1,2	550–800	160–200	27–30	8,0–10,0	14
10	50 % He + + 50 % Ar	1,2	450–600	120–140	20–24	6,5–8,5	16
10	50 % He + + 50 % Ar	1,6	500–700	240–300	29–32	7,0–9,0	16
>10,0	50 % He + + 50 % Ar	1,2–1,6	400–500	130–200	20–26	6,5–8,0	18
>10,0	70 % He + + 30 % Ar	1,2–1,6	450–700	300–500	32–40	9,0–14	18

Таблица 5.20

Рекомендуемые режимы сварки в смесях газов Ar + (12–18) % CO₂
(сварочная проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246–70)

$I_{св}$, А	$U_{д}$, В	G , кг/ч	$L_{эл}$, мм	$D_{эл}$, мм	Y , %
250–260	23–24	3,8	20	1,6	2,7
300–310	26–27	4,5			1,2
350–360	29–30	5,2			0,7
400–410	31–32	5,4			0,5
400–410	30–31	5,3	25	2	0,8
450–460	32–33	6,5			1,1

Примечание. $I_{св}$ – сварочный ток, А; $U_{д}$ – напряжение на дуге, В; G – вес наплавленного металла за единицу времени, кг/ч; $D_{эл}$ – диаметр электродной проволоки, мм; $L_{эл}$ – вылет электродной проволоки, мм; Y – коэффициент потерь электродной проволоки на разбрызгивание, %.

Сравнение технологических характеристик сварочной дуги и механических свойств наплавленного металла (табл. 5.21), наглядно показывает эффективность применения газовых смесей по сравнению с CO₂.

В таблице приведены средние значения коэффициентов по данным трех замеров. Сварка образцов произведена проволокой марки Св-10ГСМТ диаметром 1,4 мм.

Таблица 5.21

Сравнительные технологические характеристики для различных защитных газовых смесей

Защитный газ	$I_{св}$, А	$U_{д}$, В	G , кг/ч	Y , %	$a_{нб}$, %
CO ₂	200–210	22–23	2,3	4,7	1,5
	300–310	30–33	4,3	6,7	2
97 % Ar + 3 % O ₂	200–210	21–22	3	1,4	0,2
	300–310	29–30	4,7	0,5	–
82 % Ar + 18 % CO ₂	200–210	24–25	3	3,8	0,3
	300–310	30–31	5,3	2,9	0,3
78 % Ar + 20 % CO ₂ + + 2 % O ₂	200–210	25–26	3,7	3,2	0,2
	300–310	30–31	5,3	2,9	0,2
86 % Ar + 12 % CO ₂ + + 2 % O ₂	200–210	21–22	3,1	1,4	0,2
	300–310	29–30	5,2	0,5	–

Примечание. $a_{нб}$ – коэффициент набрызгивания, определяющий трудозатраты на удаление брызг с поверхности свариваемых деталей, %.

Технологические особенности сварки (наплавки) в смесях газов

С учетом того, что смесь газов на основе аргона легче, чем CO₂, при сварке необходимо соблюдать следующие условия: сварку вести по возможности «углом» вперед, вылет сварочной проволоки должен быть оптимальным в зависимости от диаметра проволоки (15–20 мм).

Следует принять меры для исключения поступления воздуха в соединения шлангов и сопло с горелкой.

В то же время при сварке в смесях на основе аргона процесс более стабилен, чем при сварке в CO₂, даже при некоторой неравномерности подачи сварочной проволоки и присутствии на поверхности проволоки следов окислов и ржавчины.

Для полуавтоматической сварки в среде CO₂ и в защитных газовых смесях широкое применение находят полуавтоматы: А-537, А-547У, А-547Р, А-1035, ПДГ-301, ПДГ-501, «Гефест», А-580М.

Установки для автоматической наплавки в среде CO₂ монтируют на токарных станках, обеспечивающих получение скоростей наплавки в пределах 20–120 м/ч, на суппорте которых устанавливают наплавочный аппарат. Восстанавливаемую деталь закрепляют в патроне или центрах станка. К наплавочному аппарату подводят мундштук для подачи CO₂ или защитных газовых смесей в зону

наплавки. Наплавку в среде CO₂ ведут на постоянном токе при обратной полярности.

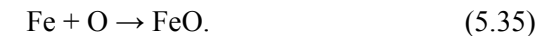
Под действием температуры дуги CO₂ диссоциирует на окись углерода и атомарный кислород:



Окись углерода частично диссоциирует:

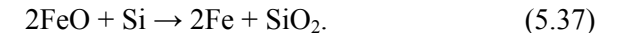
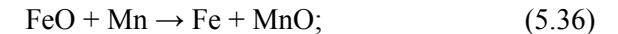


Атомарный кислород высокоактивен и способен окислять все элементы, входящие в состав проволоки и основного металла, в т. ч. железо:



Выделение газообразной окиси приводит к образованию пор. Этим объясняется окислительное действие CO₂ и необходимость применения при сварке раскислителей.

Раскислители (Si, Mn, Cr, Ti), связывая кислород, препятствуют образованию окиси углерода:



Присутствие в металле шва более 0,2 % Si и более 0,4 % Mn предупреждает образование пор. Так как при этом способе флюсы и покрытия отсутствуют, задачу раскисления решают подбором проволоки соответствующего состава диаметром 0,5–2,0 мм (Св-08Г2С, Св-10Г2С, Св-12ГС, Св-18ХГСА, Нп-30ХГСА и др., порошковые проволоки Ш1-Р18Т, ПП-Р9Т, ППЧх2В8Т и др.).

На качество сварки и наплавки в среде CO₂ и в защитных газовых смесях влияют выбранные технологические режимы: величина сварочного тока, напряжение дуги, диаметр электродной проволоки, вылет электрода, скорость сварки и др.

Величину тока, напряжение дуги и диаметр электродной проволоки выбирают в зависимости от толщины или диаметра детали. Процесс рекомендуется проводить короткой дугой при напряжении 17–32 В и силе тока 30–400 А. Увеличение напряжения приводит к повышенному разбрызгиванию и сильному окислению металла, увеличивается пористость. Снижение напряжения ниже 17 В ухудшает формирование шва, при этом затрудняется возбуждение дуги.

Величина тока зависит от скорости подачи электродной проволоки. Существенное влияние на качество наплавленного металла оказывает вылет электрода (расстояние от конца электродной проволоки до места подвода к ней тока). С увеличением вылета электрода ухудшается защита расплавленного металла, а уменьшение ведет к интенсивному забрызгиванию сопла и подгоранию наконечника. В зависимости от диаметра электродной проволоки и расхода защитного газа вылет может быть в пределах 6–25 мм.

Расход защитного газа существенно влияет на качество металла шва. Обычно расход углекислого газа или защитной газовой смеси составляет 6–10 л/мин при сварке и 10–15 л/мин при наплавке.

Наличие коррозии, технологической и антикоррозионной смазки на электродной проволоке отрицательно влияет на устойчивость горения дуги, формирование сварочного валика, вызывает повышенное забрызгивание металла.

Режимы сварки (наплавки) в среде CO_2 приведены в табл. 5.22.

Таблица 5.22

Рекомендуемые режимы сварки (наплавки) в среде CO_2

Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Напряжение дуги, В	Сварочный ток, А	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	Вылет электрода, мм
0,6–1,0	0,5–0,7	17–19	30–100	25–30	100–110	5–8
1,0–1,5	0,7–0,8	17–19	70–110	30–40	110–120	6–8
1,5–2,5	0,8	18–21	100–150	25–35	120–150	6–12
1,0–2,0	1,0	18–22	100–180	30–40	110–150	7–13
2,0–3,0	1,0	19–22	125–180	37–40	130–160	7–13
3,0–4,0	1,0	18–22	150–270	25–30	150–200	7–13
2,0–3,0	1,2	20–23	140–250	30–35	220–250	8–15
3,0–4,0	1,2	22–28	170–300	30–40	200–270	8–15
5,0	1,6	26–30	180–240	35–45	215–300	15–20

Полуавтоматическую сварку выполняют с наклоном горелки вперед или назад под углом 5–15°. Сварку стыковых и угловых вертикальных швов на тонком металле рекомендуется проводить сверху вниз. Внедрение полуавтоматической сварки в среде CO_2 при ремонте кузовов, кабин, оперения и др. значительно улучшает качество сварных швов и уменьшает объем ручных сварочных работ на 60 %.

Автоматическую наплавку ответственных деталей с твердостью рабочих поверхностей 45–55 HRC необходимо проводить проволокой Нп-3ОХГСА диаметром 1,2–1,8 мм с последующей термической обработкой – закалкой ТВЧ. Режимы наплавки: $U = 18–22$ В; $I = 120–180$ А; скорость наплавки 25–50 м/ч, шаг наплавки 2,5–8,5 мм/об.; вылет электродной проволоки 15–20 мм, скорость подачи проволоки 90–180 м/ч; расход CO_2 10–15 л/мин.

Технологический процесс сварки в среде CO_2 и в защитных газовой смеси состоит из следующих операций:

- подготовка дефектной поверхности;
- заварка дефекта;
- обработка сварных швов;
- контроль качества восстановления.

Подготовка поверхности заключается в удалении всех видов загрязнений металлической щеткой ГОСТ 19630–74 или ручной шлифмашинкой ГОСТ 12633–79. При восстановлении деталей толщиной более 3,0 мм необходимо производить разделку кромок под углом 70–90°.

Обработка сварных швов производится ручной шлифмашинкой ГОСТ 12633–79.

Контроль качества восстановления производится визуальным осмотром. Не допускаются отслоения, растрескивание, поры, трещины и т. д.

Оборудование для сварки и наплавки в CO_2 и в смесях защитных газов

Для сварки в среде CO_2 выпускается специальное оборудование и переоборудуются существующие полуавтоматы.

Широкое применение находят полуавтоматы А-547У, А-547Р, А-537, А-580М, А-1035, А-929, А-1230М, ПДПГ-500, ПДГ-301, ПДГ-501, «Гефест» и др. В состав этих полуавтоматов в большинстве случаев входят все элементы оснастки поста для сварки в CO_2 (рис. 5.16). Для автоматической наплавки на цилиндрические поверхности оборудование полуавтомата монтируется на токарных станках.

Основными узлами установок являются источники питания (выпрямители), сварочные горелки, редукторы, осушители и подогреватели газа, механизмы подачи проволоки, аппаратура управления.

На рис. 5.17 приведена схема поста для сварки и наплавки в среде CO_2 и смесей защитных газов.

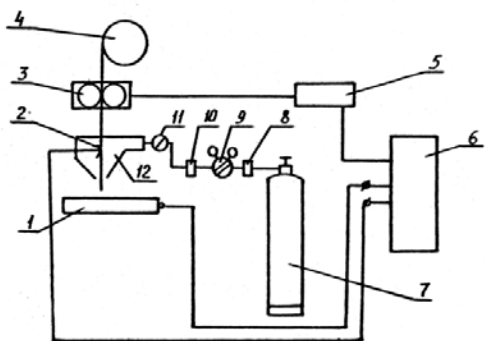


Рис. 5.17. Схема устройства поста для сварки (наплавки) в среде углекислого газа и смесях защитных газов:

1 – деталь; 2 – токопровод; 3 – механизм подачи проволоки; 4 – кассета с электродной проволокой; 5 – аппаратура управления сварочным напряжением; 6 – источник питания; 7 – баллон с углекислым газом; 8 – подогреватель; 9 – редуктор; 10 – осушитель газа; 11 – газовый клапан; 12 – сварочная горелка

При сварке в CO_2 и в смесях защитных газов используются выпрямители с поглощающей или жесткой внешней характеристикой.

Выпрямители типа ВС – ВС-300, ВС-500, ВС-300 и др. состоят из понижающего трансформатора с переключателями первичной обмотки, позволяющими обеспечивать грубое и тонкое регулирование напряжения, подаваемого после вторичной обмотки на селеновые выпрямительные блоки. Внешние характеристики выпрямителей ВС пологопадающие.

Выпрямители типа ИПП имеют пологопадающую внешнюю характеристику. Используются выпрямители ИПП-120П, ИПП-30П, ИПП-500П и др. Как и выпрямители типа ВС, они имеют трехфазный понижающий трансформатор и блок селеновых выпрямителей. Отличаются электросхемой, конструкцией, имеют грубую (ступенями) и плавную регулировку напряжения (в пределах каждой ступени). Плавное изменение напряжения можно выполнять под нагрузкой, грубое (ступенями) – при отключенной нагрузке.

Выпрямитель типа ВДГ-301 в основном имеет электрическую схему, подобную схеме выпрямителей ИПП.

Выпрямители типов ВСС и ВД имеют падающую внешнюю характеристику. Выпрямительные блоки ВСС-120-4, ВСС-300-3, ВД-102 и ВД-302 собраны из селеновых вентилях, а ВД-101, ВД-301, ВД-303 – из кремниевых вентилях.

Преобразователи типов ПГС-500, ПСУ-300, ПСУ-500 и др. состоят из сварочного генератора и приводного асинхронного электродвигателя, смонтированных в одном корпусе, установленном на колесах. Сварочные генераторы обеспечивают получение жестких или пологопадающих внешних характеристик.

Источники для импульсно-дуговой сварки в CO_2 разработаны и выпускаются в последнее время. Они имеют вольтамперную характеристику с крутопадающей частью, переходящей в пологопадающую с увеличением тока, и позволяют качественно сваривать тонкий металл с высокой производительностью и небольшим разбрызгиванием.

В табл. 5.23 приведены технические характеристики отдельных источников тока для сварки в CO_2 и смесях защитных газов.

Таблица 5.23

Технические характеристики выпрямителей для сварки в CO_2 и в смесях защитных газов

Тип выпрямителя	Номинальный ток, А	Напряжение холостого хода, В	Пределы регулирования	
			Сила тока, А	Напряжение, В
ВС-200	200	28,5	30–200	17–26
ВС-300	300	43	30–300	19–38
ВС-500	500	54,5	50–500	20–45
ИПП-300П	300	50	60–300	16–28 28–40
ИПП-500А	500	63	80–500	17–25 25–50
ВДГ-301	300	46	40–350	16–30
ВДГ-502	500	60	60–500	16–40
ВД-301	300	68	40–300	16–40

Сварочные горелки предназначены для подвода к месту сварки электродной проволоки, тока и защитного газа. При сварке током до 500 А возможно использование горелок без водяного охлаждения. Горелки для ручной полуавтоматической сварки соединяются с механизмом подачи проволоки гибким шлангом, по которому подаются к горелке сварочная проволока, защитный газ и ток. Промышленность серийно выпускает горелки с гибкими шлангами на токи 150–630 А (например, горелки А-547 на 150; ГДПГ-3018 на 315 А; ГПДГ-501-4 на 500 А и др.).

Комплект газовой аппаратуры включает баллон с CO_2 , подогреватель газа, редуктор, осушитель и газовый клапан.

Баллоны имеют емкость 40 л. Углекислый газ в баллоне находится в жидком состоянии при давлении 5–7 МПа. В баллоне обычно 25 кг жидкого CO_2 или смеси защитных газов, при испарении которых получают $12,5 \text{ м}^3 \text{ CO}_2$ или смеси защитных газов.

Для получения углекислого газа или смеси защитных газов необходим подвод тепла для их испарения. При температуре баллона 22–25 °С можно получить непрерывный отбор газа 20–25 л/мин. При большем отборе или низких температурах питать сварочный пост следует от нескольких баллонов.

Редукторы предназначены для снижения давления газа до рабочего, при котором газ поступает в горелку. Применяются редукторы типа У-30 и ДЗД-59-М, которые одновременно являются расходомерами.

Подогреватели газа делают электрическими и устанавливают перед редуктором. Подогреватель обеспечивает подогрев газа до 40–80 °С, что устраняет возможную закупорку льдом отверстий редуктора.

Осушители газа обеспечивают поглощение влаги. Осушители бывают высокого и низкого давления и поэтому устанавливаются до или после редуктора. Осушитель низкого давления имеет значительные размеры, его устанавливают после редуктора, он не требует частой замены влагопоглотителя. Такой осушитель одновременно является ресивером и повышает равномерность подачи газа.

В качестве влагопоглотителя используются силикагель и алюмогель. Силикагель, насыщенный влагой, поддается восстановлению путем прокалки при температуре 250–300 °С.

Газовый клапан обеспечивает предварительную или одновременную с зажиганием дуги подачу газа и прекращение подачи CO_2 после окончания процесса сварки.

Аппаратура управления включает устройства, обеспечивающие управление источником питания (изменение напряжения, тока, частоты импульсов и т. д.), механизмом подачи сварочной проволоки и подачей защитного газа.

Сварочная проволока. С учетом окисления и испарения элементов и необходимости получения плотных швов с высокими механическими свойствами для сварки в CO_2 и его смесях разработано и серийно выпускается значительное количество электродных проволок с повышенным содержанием кремния, марганца и др. элементов – раскислителей (ГОСТ 2246–70, ГОСТ 10543–75).

Наибольшее распространение при сварке в CO_2 и в смесях защитных газов получили электродные проволоки следующих марок: Св-08ГС, Св-10ГС, Св-12ГС, Св-10ХГ2С, Св-18ХГСА, Св-2СГО10Т, а для наплавки – Нп-30ХГСА и др.

Наличие на сварочной проволоке следов антикоррозийной смазки и др. загрязнений снижает стабильность процесса, повышает разбрызгивание, снижает качество шва. Особенно ухудшается процесс сварки при наличии на проволоке ржавчины.

Для удаления ржавчины и др. загрязнений рекомендуется травление проволоки или механическая очистка с последующей прокаткой 1,5–2 часа при температуре 150–250 °С. Травление проводят в 10–20 % растворе соляной кислоты в течение 5–10 мин. После травления возможна пассивация в смеси 5–15 % NaNO_2 и 1 % Na_2CO_3 . Пассивация повышает коррозионную стойкость проволоки.

Техническая характеристика сварочного полуавтомата «Гефест»

Сварочный полуавтомат предназначен для сварки и наплавки деталей из углеродистых и низколегированных сталей. Предусмотрено использование сварочной проволоки Св-08Г2С или аналогичной диаметром 0,8–1,0 мм. Сварка черных металлов ведется в среде CO_2 и смесях защитных газов, нержавеющей сталей – в среде аргона. Возможна сварка самозащитной проволокой без защитного газа.

Автомат имеет следующие технические характеристики:

- напряжение питающей сети – 220 В;
- частота питающей сети – 50 Гц;
- род сварочного тока – постоянный;
- режим работы – повторно-кратковременный;
- регулировка сварочного напряжения – ступенчатая;
- регулировка скорости подачи проволоки, м/мин – плавная в диапазоне 0–18;
- защитные газы – углекислый газ, аргон, смеси;
- масса аппарата, кг – 50;
- габариты, мм – 500×350×420.

Технологические параметры сварочного полуавтомата «Гефест» приведены в таблице 5.24.

Таблица 5.24

Технологические параметры установки «Гефест»

Степень сварочного напряжения	Номинальный сварочный ток, А	Напряжение х.х., В
1	30	16
2	55	17,5
3	70	19,5
4	90	21,5
5	100	24
6	125	27
7	140	30
8	160	32

Порядок подготовки установки к работе и работа на ней

Режим сварки рекомендуется подбирать на образце из низкоуглеродистой стали. Диаметр сварочной проволоки подбирается в зависимости от толщины свариваемого металла. Для деталей толщиной 0,5–2 мм рекомендуется проволока диаметром 0,8 мм, для деталей толщиной 1,5–4 мм – диаметром 1,0 мм.

Режим сварки подбирают в последовательности:

– установить переключатель S A1 на панели полуавтомата в положение, соответствующее толщине металла (чем толще металл, тем выше напряжение); установить регулятор скорости подачи проволоки R9 в крайнее левое положение;

– начать сварку и увеличивать скорость подачи проволоки до тех пор, пока процесс сварки не станет непрерывным и стабильным. Перед сваркой тумблер S2 должен быть вверх (в положении ON).

Для автоматического режима сварки включить тумблер S3 – вверх, задать потенциометром R10 необходимую длительность сварки, R11 – длительность паузы. Включить тумблер S2 вверх – подача газа. Нажать кнопку S1 пистолета сварочного шланга. Потенциометром R9 добиться нужной скорости подачи сварочной проволоки.

Сварку и наплавку вести в следующем порядке:

– установить горелку на расстоянии 2–4 см от свариваемого изделия под углом 15–30°;

– нажать курок S1 и начать сварку. Скорость перемещения горелки должна быть такой, чтобы шов не имел пропусков. Процесс сварки наблюдать через щиток сварщика.

При сварке тонкого металла рекомендуется подкладывать под место сварки медную пластину или вести сварку короткими швами, давая в паузах остыть месту сварки.

Нормирование технологического процесса

Техническая норма времени на выполнение операций рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{шк}} = T_o + T_v + T_d + \frac{T_{\text{пз}}}{n}, \quad (5.38)$$

где $T_{\text{шк}}$ – штучно-калькуляционное время, мин;

T_o – основное время, мин;

T_v – вспомогательное время, мин;

T_d – дополнительное время, мин;

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

n – количество обрабатываемых деталей в партии, шт.

Основное время для процесса сварки определяется по формуле:

$$T_o = \frac{60MK_1K_2}{\alpha I}, \quad (5.39)$$

где M – масса наплавленного металла, г;

K_1, K_2 – коэффициенты, учитывающие пространственное расположение сварного шва, протяженность сварного шва;

α – коэффициент наплавки, г/(А · ч);

I – сила тока, А.

Основное время для процесса наплавки определяется по формуле:

$$T_o = \frac{(L + \Delta_1 + \Delta_2)i}{nS}, \quad (5.40)$$

где L – длина наплавляемой поверхности, мм;

Δ_1, Δ_2 – расстояния, необходимые для подвода и перебега сопла горелки, мм;

i – число проходов;

n – частота вращения, мин⁻¹;

S – подача, мм/об.

Частота вращения детали определяется по формуле:

$$n = \frac{1000V}{\pi d}, \quad (5.41)$$

где V – скорость наплавки, м/ч;

d – диаметр восстанавливаемой детали, мм.

Вспомогательное, дополнительное и подготовительно-заключительное время (T_v , T_d , $T_{пз}$) определяются по нормативам.

Порядок выполнения работы

Изучить требования по технике безопасности.

Ознакомиться с оборудованием рабочего места.

Подготовить детали к восстановлению.

Определить режимы сварки (наплавки) в среде CO_2 или смеси защитных газов.

Настроить установку в соответствии с принятыми режимами.

Произвести восстановление детали сваркой (наплавкой) в среде CO_2 или в смеси защитных газов.

Снять деталь и убрать рабочее место.

Произвести визуальный контроль восстановленной детали.

Оформить отчет и сдать преподавателю.

Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать: наименование и цель лабораторной работы, принципиальную схему установки для сварки и наплавки в среде углекислого газа или в смеси защитных газов, выбор и обоснование режимов сварки и наплавки, схему технологического процесса восстановления детали сваркой и наплавкой в среде углекислого газа или в смеси защитных газов, операционное описание технологического процесса сварки и наплавки в среде углекислого газа или в смеси защитных газов, выводы.

Контрольные вопросы

1. Изложите сущность процесса сварки в среде CO_2 и защитных газовых смесях.

2. Какова область применения, преимущества и недостатки восстановления деталей в среде CO_2 и защитных газовых смесях?

3. Почему при восстановлении деталей в среде CO_2 применяют электродную проволоку, содержащую раскислители?

4. Каково назначение подогревателя и осушителя в установке для восстановления деталей в среде CO_2 ?

5. Назовите марки проволоки, применяемых при восстановлении деталей в среде CO_2 и защитных газовых смесях.

6. Какие дефекты поверхности могут возникать при восстановлении деталей в среде CO_2 (защитных газовых смесях) и какие меры необходимо предпринимать для их устранения?

7. Как повысить качество восстановления?

6. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ГАЗОТЕРМИЧЕСКИМ НАПЫЛЕНИЕМ

Цель и задачи работы

Цель работы – получить знания и практические навыки по технологии газопламенного восстановления деталей сельскохозяйственной техники.

Студент должен знать методику определения материалов и режимов нанесения покрытий в зависимости от характерных дефектов детали и условий ее работы.

Студент должен уметь проектировать технологический процесс восстановления деталей газопламенным порошковым напылением.

Задание на выполнение работы

Изучить оборудование поста газопламенной металлизации.

Изучить материалы покрытий и их область применения.

Изучить технологический процесс восстановления деталей методом газопламенной металлизации.

Освоить подготовку детали под напыление.

Определить режимы металлизации.

Разработать маршрутный технологический процесс восстановления детали и напылить покрытие.

Проконтролировать качество напыленного слоя визуальным осмотром восстановленной поверхности. Не допускаются отслоения, растрескивание, пористость.

Получить практические навыки по восстановлению деталей методом газопламенной металлизации.

Оснащение рабочего места

1. Стол для сварочных работ ОКС-7523.
2. Станок токарно-винторезный ИК62.

3. Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А.
4. Стеллаж ОРГ-1468-06-ОЭ2А.
5. Шкаф сушильный (температура до 500 °С).
6. Установка газопламенной металлизации.
7. Ручная шлифмашинка ГОСТ 12633-79.
8. Порошки для газопламенной металлизации.
9. Прибор ситового анализа модели 029.
10. Баллоны: кислородные ГОСТ 949–73, пропановые ТУ 6-21-32-76, ацетиленовые ТУ 6-21-32-78.
11. Редукторы: кислородный ДКИ-1-65 ГОСТ 6268–78, пропановый ДШ1-1-65 ГОСТ 6268–78, ацетиленовый ДШ-2 ГОСТ 6268–78.
12. Шланги: кислородные типа III ВН 0 12 ГОСТ 9356–80, пропановые типа I ВН 0 12 ГОСТ 9356–80, ацетиленовые типа I ВН 0 12 ГОСТ 9356–80.
13. ЗиП к горелке (сменные сопла, ключи, инструмент для чистки газовых каналов).
14. Вытяжная вентиляция.
15. Прибор для определения твердости ТК-2М.
16. Детали, подлежащие восстановлению.

Техника безопасности

Перед началом работы необходимо пройти инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

Необходимо производить работу только в присутствии учебного мастера и следовать его указаниям.

Работающий с установкой газопламенной металлизации должен знать устройство и принцип работы горелки и соблюдать режимы работы в соответствии с техпроцессом.

Для защиты органов зрения необходимо пользоваться защитными очками закрытого типа со стеклами марки ТС-2 ГОСТ 9464–60.

Помещение должно быть оборудовано вытяжной вентиляцией и средствами пожаротушения (песок, вода, огнетушитель).

Взрывобезопасность

Взрывы возможны при неправильной транспортировке, хранении и использовании баллонов со сжатыми газами, сварочных работах в емкостях без предварительной тщательной их очистки от остатков горючих веществ.

При процессах газопламенной обработки возможны взрывы ацетиленовых генераторов от обратного удара пламени, если не срабатывает водяной затвор; взрывы кислородных баллонов в момент их открывания, если на штуцере баллона или на клапане редуктора имеется масло.

Перед работой на установке необходимо: осмотреть горелку и убедиться в ее исправности; проверить правильность присоединения шлангов к горелке; проверить герметичность всех разъемных соединений горелки; установить необходимые режимы наплавки согласно техпроцессу; включить вытяжную вентиляцию; надеть защитные очки.

Во время выполнения работы необходимо: выполнять только разрешенные руководителем действия; следить за давлением рабочих газов и температурой горелки; периодически, по мере нагрева, производить регулировку пламени, доводя его до «нормального»; если пламя имеет избыток кислорода, погасить пламя, охладить горелку, не доводя ее до возникновения хлопков или обратного удара; при возникновении хлопков или обратного удара пламени закрыть сначала ацетиленовый, затем кислородный вентили и охладить горелку сжатым воздухом.

При окончании работы необходимо: погасить пламя горелки; закрыть первым вентиль горючего газа, а затем кислородный на линии подачи газов, закрыть вентили на баллонах; привести в порядок рабочее место.

Общие сведения

Источником тепла при газопламенном способе нанесения покрытий выступает ацетилено-кислородное пламя, температура которого не превышает 3000 °С. Использование газопламенного метода характеризуется относительной простотой применяемого оборудования и требует наличия ацетилена и кислорода. Распыляемый материал, попадая в факел ацетилено-кислородного пламени горелки, разогревается до температуры, близкой к температуре плавления, и разгоняется до скорости 20–30 м/с. При соударении с изделием разогретые частицы соединяются с поверхностью детали и между собой, образуя достаточно плотное и равномерное покрытие. С помощью газопламенных горелок производят напыление полимерных материалов (пластмассы), металлов (алюминий, бронза, баббит, никель и т. д.) и керамических соединений (окись титана,

окись алюминия и др.). Различают два способа подачи напыляемого материала в ацетилено-кислородное пламя горелок: в виде порошка и в виде проволоки. Этот вид напыления характеризуется своей простотой, технологической доступностью и компактностью. Газотермическое напыление дает антикоррозионные, жаростойкие, электроизоляционные, износостойкие покрытия. Существуют дуговые и газопламенные способы нанесения покрытий. Для порошковых материалов наиболее приемлем газопламенный способ. Перед началом напыления поверхность деталей необходимо очищать механическим, а если потребуется, то и химическим путем.

Сущность газотермического напыления (ГТН) заключается в том, что материал покрытия в виде порошка или проволоки вводится в высокотемпературную зону газовой струи, расплавляется и потоком воздуха или газа распыляется на подготовленную поверхность детали, формируя покрытие. Скорость движения частиц металла достигает 120 м/с. Скорость газового потока равна 150–160 м/с.

Газотермическими покрытиями (ГТП) восстанавливают и упрочняют изношенные детали, а также защищают металл от коррозии.

Технология нанесения газотермических покрытий имеет ряд преимуществ:

- Возможно получение покрытий с заданными свойствами по твердости, износостойкости, пористости, коррозионной стойкости.

- Низкий нагрев детали – до 200 °С, что не превышает температуры низкого отпуска.

- Толщина покрытия может достигать от сотых долей до нескольких мм.

- Производительность способов составляет до 10 кг наносимого материала в час.

Для газотермического напыления покрытий применяют плазменную струю, газовое пламя и детонацию. Металлизационные аппараты по способу получения тепловой энергии для нагрева наносимого материала подразделяют на газовые и плазменные.

Работоспособность ГТП определяется прочностью его сцепления с основой детали. Прочность сцепления «покрытие – поверхность заготовки» зависит от подготовки восстанавливаемой поверхности и последующей обработки детали с покрытием.

Основными параметрами технологий ГТП являются скорость и температура частиц напыляемого материала перед поверхностью детали. От их сочетания зависят плотность покрытия и прочность его сцепления с основой.

Напыляемые материалы и оборудование

Основным требованием к напыляемому материалу является соответствие его свойств условиям эксплуатации (табл. 6.1 и 6.2).

Таблица 6.1

Порошковые материалы для газопламенной металлзации

Марка материала	ГОСТ или ТУ	Твердость HRC
ПГ-СР2	ГОСТ 21448-75	35–37
ПГ-СР3	ГОСТ 21448-75	45–49
ПГ-СР4	ГОСТ 21448-75	55–60
СНГН-50	ТУ 48-19-212-87	47–53
СНГН-55	ТУ 48-19-212-87	52–55
СНГН-60	ТУ 48-19-212-87	57–62
ВСНГН-35	ТУ 48-19-213-87	56–58
ВСНГН-80	ТУ 48-19-213-87	60–62
ПГ-104-01	ТУ 48-4206-165-82	55–62
ПГ-10Н-03	ТУ 48-4206-156-82	52–55
ПГ-10Н-04	ТУ 48-4206-156-82	53–57
ПГ-10К-01	ТУ 48-4206-156-82	45–50
ПГ-10НРВ-01	ТУ 48-4206-156-82	57–64

Таблица 6.2

Порошковые материалы «Т-Термо» для газопорошковой наплавки и напыления с оплавлением

Наименование порошкового материала	Основные свойства и область применения	Твердость наплавленного слоя HRC (не менее)
1	2	3
Т-Термо № 20	Материал на основе никелевого сплава с медью. Специально разработан для стекольной промышленности. Мягкое покрытие, легко обрабатываемое ручным слесарным инструментом. Применяется для восстановления форм стекольной промышленности, моторных блоков, чугунных станин	16

Продолжение табл. 6.2

1	2	3
Т-Термо № 20С	Материал системы Ni–B–Si. Материал средней твердости. Предназначен для восстановления и упрочнения опорных поверхностей подшипников, клапанов, седел, выхлопных коллекторов, стекольных форм. Отличное сцепление с чугуном, даже пропитанным маслом. Покрытие обрабатывается режущим инструментом	28
Т-Термо № 30	Материал системы Ni–Cr–B–Si (7 % Cr). Материал средней твердости. Предназначен для восстановления стекольных форм, опорных поверхностей подшипников. Применим для сталей, нержавеющей сталей и чугунов. Покрытие обрабатывается режущим инструментом	28
Т-Термо № 35	Материал системы Ni–Cr–B–Si (11 % Cr). Материал средней твердости. Предназначен для восстановления и упрочнения втулок, осей, матриц, форм стекольной и пластмассовой промышленности. Покрытие стойкое к коррозии. Хороший коэффициент трения металла по металлу. Максимальная рабочая температура – 700 °С. Применим для сталей, нержавеющей сталей и чугунов. Покрытие обрабатывается режущим инструментом и шлифуется абразивными кругами	34
Т-Термо № 40	Материал системы Ni–Cr–B–Si (13 % Cr), обладающий стойкостью к ударам и давлениям. Предназначен для восстановления валов, втулок, осей, матриц, форм стекольной	38

Продолжение табл. 6.2

1	2	3
	и пластмассовой промышленностей, клапанов, деталей запорной арматуры. Покрытие стойкое к коррозии. Хороший коэффициент трения металла по металлу. Максимальная рабочая температура – 800 °С. Применим для сталей*, нержавеющей сталей и чугунов. Покрытие обрабатывается режущим инструментом и шлифуется абразивным инструментом	
Т-Термо № 50	Материал системы Ni–Cr–B–Si (15 % Cr), обладающий стойкостью к термическим ударам и давлениям. Предназначен для упрочнения и восстановления пуансонов стекольной промышленности, инструмента для глубокой вытяжки, защитных втулок насосов и компрессоров. Покрытие стойкое к коррозии. Низкий коэффициент трения металла по металлу. Максимальная рабочая температура – 800 °С. Применим для сталей*, нержавеющей сталей и чугунов. Покрытие обрабатывается шлифовальным и режущим инструментами	48
Т-Термо № 55	Материал системы Ni–Cr–B–Si (16 % Cr), обладающий стойкостью повышенному давлению. Предназначен для упрочнения и восстановления лопастей вентиляторов, шнеков, насосных поршней, валков прокатных станков, защитных втулок насосов и компрессоров. Покрытие стойкое к коррозии. Отличное сопротивление трению металла	54

Продолжение табл. 6.2

1	2	3
	по металлу. Максимальная рабочая температура – 700 °С. Применим для сталей*, нержавеющей сталей и чугунов. Покрытие шлифуется абразивным инструментом и обрабатывается специальным режущим инструментом	
Т-Термо № 620	Материал на основе сплава Ni–Cr–B–Si с 20 % карбида вольфрама. Предназначен для восстановления и упрочнения кулачков, толкателей, лопастей смесителей. Максимальная рабочая температура – 800 °С. Применим для сталей*, нержавеющей сталей и чугунов. Покрытие обрабатывается шлифовкой абразивным инструментом	50
Т-Термо № 635	Материал на основе сплава Ni–Cr–B–Si с 35 % композита на основе карбида вольфрама. Предназначен для восстановления и упрочнения пуансонов керамических прессов, скребковых элементов, лопастей мешалок, шнеков керамической промышленности. Максимальная рабочая температура – 700 °С. Применим для сталей*, нержавеющей сталей и чугунов. Покрытие обрабатывается шлифовкой алмазным инструментом	55
Т-Термо № 650	Материал на основе сплава Ni–Cr–B–Si с 50 % WC–W ₂ C (релит). Предназначен для восстановления и упрочнения пуансонов керамических прессов, скребковых элементов, лопастей мешалок, шнеков керамической промышленности.	55

1	2	3
	Максимальная рабочая температура – 700 °С. Применяется для сталей*, нержавеющей сталей и чугунов. Покрытие обрабатывается шлифовкой алмазным или абразивным инструментом	
Т-Термо № 655	Материал на основе сплава Ni–Cr–В–Si с 55 % композита на основе карбида вольфрама. Покрытие имеет повышенную абразивную износостойкость в сочетании с сопротивлением давлению, механическим и тепловым ударам, коррозии и кавитации; обрабатывается шлифовкой алмазным или абразивным инструментом. Максимальная рабочая температура – 700 °С. Предназначен для упрочнения и восстановления тяговых роликов волоочильных машин, прокатных конусов, катков кручения защитных втулок и плунжеров насосов, лопастей смесителей, почвообрабатывающего инструмента	55
Т-Термо № 660	Материал на основе сплава Ni–Cr–В–Si с 60 % WC–W ₂ C. Покрытие имеет повышенную абразивную износостойкость в сочетании с сопротивлением давлению и обрабатывается шлифовкой алмазным инструментом. Максимальная рабочая температура – 700 °С. Предназначен для упрочнения и восстановления почвообрабатывающего инструмента, шнеков, скребковых элементов, деталей кирпичных пустотообразователей	55

1	2	3
Т-Термо № 680	Материал с 80 % композита на основе карбида вольфрама. Предназначен для нанесения износостойких покрытий на детали машин и оборудования методами напыления по типу «триплекс»	50

* Кроме сталей мартенситного класса.

Кроме обеспечения эксплуатационных требований материал для ГТП должен обладать определенными физико-механическими свойствами, аналогичными свойствам материала детали. Состав и свойства напыляемого материала должны соответствовать возможностям нагрева и ускорения его частиц в конкретном аппарате для напыления.

В практике ГТН получили применение проволочные материалы, гибкие шнуры и порошки.

При ремонте сельскохозяйственной техники в основном применяют порошковые материалы. Порошок должен иметь необходимые размеры частиц, тип зерна, текучесть, термические свойства и минимальное отклонение от номинальных значений химического состава компонентов.

Существуют следующие типы порошков:

- чистые металлы;
- сплавы на основе алюминия, железа, никеля, кобальта и меди;
- самофлюсующиеся твердые сплавы на основе никеля и кобальта;
- карбиды и их смеси;
- оксидные керамики и композиты;
- экзотермические регулирующие (для подслоев);
- самооплавляющиеся механические смеси и др.

Их гранулометрический состав, форма и размер частиц имеют определяющее значение для процесса газопламенного напыления.

Свойства порошков гарантируются соответствующими техническими условиями их изготовления и стандартами.

По гранулометрическому составу некоторые отечественные порошки для газотермического напыления делятся на 3 класса: ОМ (очень мелкий), М (мелкий), С (средний).

НПО «Тулачермет» делит порошки на 5 классов: 1 и 2 кл. имеют размер частиц 20–63 и 40–100 мкм соответственно.

Оптимальный размер частиц для ГТП металлов – 40–100 мкм. К ним относятся порошки самофлюсующихся сплавов: ПР-Н80Х13С2Р – 25–35 HRC; ПР-Н77Х15С3Р3 – 35–45 HRC; ПР-Н73Х16С3Р3 – 45–55 HRC; ПР-Н70Х17С4Р4 – не менее 55 HRC; ПР-Н65Х25С3Р3 – 50–55 HRC.

Порошковые материалы для газопламенных покрытий наносятся установками УПТР-83. Разработана установка НПО «Порошковая металлургия» РБ (1984 г.). Имеются установки УПН-8-68 для нанесения покрытий из порошков самофлюсующихся сплавов (1969 г.). Имеется автоматизированная газопламенная установка повышенной производительности УГПП-86 (РБ). Она не уступает лучшим зарубежным аналогам.

Для плазменной металлизации применяют установки УМП-6, УПУ-3Д.

Технологический процесс напыления

Технологическая схема получения ГТП включает:

- входной контроль заготовки из основного материала, исходного материала покрытия и вспомогательных материалов;
- специальную подготовку поверхности;
- подготовку исходных материалов;
- газотермическое напыление подслоя и затем покрытия;
- контроль технологического процесса и средств технологического оснащения;
- дополнительную обработку нанесенных покрытий для улучшения их свойств;
- размерную обработку покрытий;
- контроль качества покрытия и изделия.

Способы повышения качества покрытий

Для улучшения качества покрытий рекомендуется проводить оплавление. При оплавлении покрытий появляется жидкая фаза, которая способствует интенсивному протеканию диффузии между покрытием и основным металлом. В результате повышается прочность сцепления, исчезает пористость, повышаются ударная вязкость и износостойкость.

Для оплавления применяют: плазменную дугу, высокочастотный нагрев, ацетилено-кислородное пламя.

Температура оплавления должна быть не более 1100 °С. При оплавлении должны применяться самофлюсующиеся сплавы.

Оплавленные покрытия можно применять для деталей, работающих при знакопеременных и контактных нагрузках: кулачки распредвалов, крестовины карданов, фаски клапанов, посадочные шейки валов и др.

Все установки этого типа (рис. 6.1) состоят из питательного бачка для подачи порошка и распылительной горелки (пистолета).

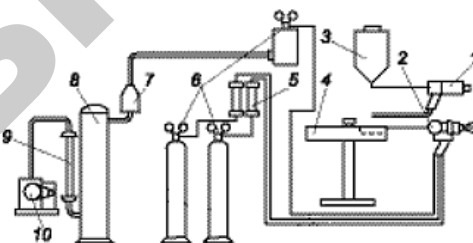


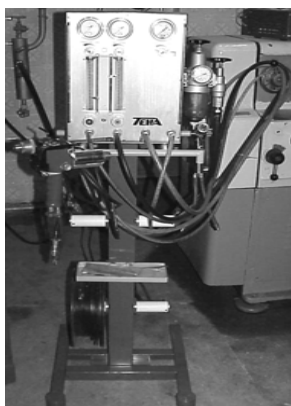
Рис. 6.1. Устройство установки газопламенного напыления:

- 1 – порошокораспылитель; 2 – проволоочный распылитель; 3 – порошокораспылитель; 4 – бачок проволоки на вращающемся столе; 5 – ротаметры газовые; 6 – газовые баллоны; 7 – фильтр; 8 – ресивер; 9 – воздушный ротаметр; 10 – компрессор

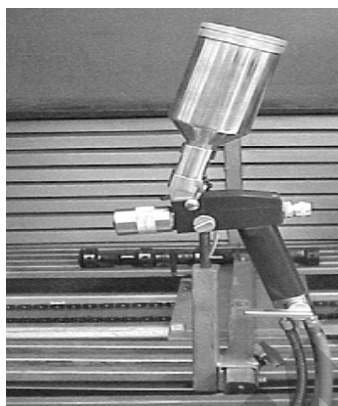
На установках этого типа можно получать покрытия из самофлюсующихся сплавов, твердосплавных материалов и керамики. Технические характеристики позволяют напылять оксид алюминия и порошки сплава меди и алюминия. Установка применяется преимущественно для восстановления изношенных поверхностей коленчатых и распределительных валов, шатунов, толкателей, головок и блоков цилиндров автомобильных или тракторных двигателей.

На рис. 6.2 приведен общий вид газопламенного металлизатора ТЕНА-Ппм с пультом управления. Установка разработана в Институте сварки и защитных покрытий ГНУ «Институт порошковой металлургии» РБ и предназначена для нанесения защитных покрытий при восстановлении изношенных или упрочнении новых деталей методом газопламенного напыления из порошков самофлюсующихся сплавов на основе никеля и кобальта, а также других материалов, в том числе полимерных, и различных композиций на их основе. Используемые газы – сжатый воздух, кислород, ацетилен, МАФ, бутан, пропан. Газопитание ТЕНА-Ппм горючими газами, как пра-

вило, осуществляется от баллона для разрядной рампы. В обоих случаях должно поддерживаться давление горючего газа не менее 0,06 МПа с установкой в месте отбора газа газоразборного поста типа ПГУ-5. При использовании пропан-бутана допускается взамен газоразборного поста ПГУ-5 устанавливать в месте отбора газа пропановый вентиль и обратный клапан ЛЗС. Подача кислорода и воздуха для распыления расплавляемой проволоки может производиться от газовых магистралей. Редуктор для газопламенной обработки используют для понижения давления газа, при котором он находится в баллоне или магистрали, до величины рабочего давления и для автоматического поддержания этого давления постоянным. Редуктор имеет клапан, управляемый гибкой мембраной, на которую с одной стороны действует сила пружины, а с другой – давление газа. Регулированием силы пружины обеспечиваются заданные давление и расход газа.



а



б

Рис. 6.2. Газопламенный распылитель металлатора ТЕНА-Ппм (а) и пульт управления питанием газами (б)

Наплавочная горелка ТЕНА-ГНпм (рис. 6.3) многофункциональна и также применяется для восстановления и упрочнения достаточно массивных деталей путем наплавки покрытий из порошков самофлюсующихся сплавов. Благодаря специальной конструкции сопловой части имеет высокую производительность при повышенной мощности, позволяет производить наплавку длительное время без перегрева и обратных ударов пламени. Оплавленные покрытия

системы Ni–Cr–B–Si примерно в 1,5 раза превосходят по износостойкости улучшенную сталь 38ХМЮА.



Рис. 6.3. Наплавочная горелка ТЕНА-ГНпм

В начале 80-х годов появились установки высокоскоростного напыления, более простые по конструкции и основанные на классической схеме ЖРД, со скоростью газового потока более 2000 м/с. Плотность покрытий достигает 99 %. В качестве наносимого материала используют порошки карбидов, металлокарбидов, сплавов на основе Ni, Cu и др. Для увеличения скорости частиц увеличивают скорость истечения продуктов сгорания путем повышения давления в камере сгорания до 1,0–1,5 МПа, а в конструкцию соплового аппарата вводят сопло Лавалля.

Назначение и область применения

Области применения процесса газопламенной металлизации определяются технологическими возможностями оборудования и свойствами напыляемых порошковых материалов. Газопламенный металлатор ТЕНА-Ппм наиболее целесообразно использовать для восстановления размеров (ремонта) уникальных металлоемких, крупногабаритных, нетранспортабельных изделий непосредственно на месте их эксплуатации. Он позволяет производить напыление как металлическими, так и керамическими порошковыми материалами. Использование прилагаемых к горелкам специальных насадок-удлинителей дает возможность осуществлять напыление внутренних поверхностей отверстий диаметром от 100 мм на глубину 500 мм. Процесс хорошо автоматизируется и может комплектоваться автоматической установкой, оснащенной роботизированной системой, боксом и пультом дистанционного управления.

Комплексное использование аппаратуры и технологического оборудования позволяет создавать новые технологии упрочнения и вос-

становления широкой номенклатуры деталей с использованием следующего подхода при конструировании покрытий: определяются условия работы деталей в узле и основные свойства покрытия, соответствующие данным условиям; выбираются существующие материалы для напыления или создаются новые композиции. Порошки на основе алюминия применяют для защиты от коррозии, бронзовые и медные – в качестве антифрикционных покрытий. Сплавы на основе кобальта отличаются высокой износостойкостью, жаропрочностью, стойкостью против коррозии, стабильностью структуры, низким коэффициентом трения, хорошей полируемостью. Характерные объекты для восстановления кобальтовыми сплавами (стеллитами): уплотнительные поверхности гидроарматуры, выпускные клапаны двигателей внутреннего сгорания, детали насосов, инструмент для горячей обработки металлов, коромысла толкателей и др. Сплавы на основе никеля обладают хорошей жаростойкостью, достаточно высокой стойкостью в агрессивных средах. Характерные основные объекты для наплавки никелевыми сплавами: детали, подвергающиеся совместному действию износа и коррозии, износа и нагрева до высоких температур. Это детали сельхозтехники, работающей в агрессивных средах, запорной арматуры для пара и воды, клапаны ДВС, детали водяных насосов, шнеки. Кроме того, газопламенной металлизацией можно восстанавливать и упрочнять рабочие поверхности распределительных валов, вилок и рычагов переключения, муфт и др., а также заделывать трещины, поры, раковины в корпусных деталях.

Свойства порошковых материалов, используемых для газопламенной металлизации, должны отвечать определенным физическим, химическим и технологическим требованиям. К физическим свойствам относятся: преобладающие форма и размеры частиц порошка, его гранулометрический состав, плотность, микротвердость, температура плавления, коэффициент термического расширения и т. д. Химические свойства – содержание основного металла, легирующих элементов и примесей, а также стабильность состава при расплавлении, т. е. способность плавиться без разложения и выгонки. Технологические свойства порошков определяются насыпной плотностью, текучестью и т. д. В зависимости от назначения учитывают также специальные свойства порошков: износостойкость, коррозионную стойкость, химическую активность, адсорбционную способность. Для газопламенной металлизации широко применяются самофлюсующиеся порошковые материалы на основе никеля и кобальта со сферической формой частиц грануляцией от 20 до 106 мкм. К ним

относятся материалы серий «Т-Термо». В состав порошков введены легирующие добавки бора и кремния, их содержание составляет от 1,0 до 5,0 %. Легирующие добавки позволяют оплавлять напыленный слой и получать максимальную прочность сцепления с основным металлом детали. Оплавление производят либо в печах, либо с использованием концентрированных источников нагрева (дуговые, ТВЧ, лазер, эл. луч). Свойства самофлюсующихся сплавов обеспечивают не только получение качественных напыленных покрытий без оплавления, но и оплавление этих покрытий, а также прямую наплавку рабочих поверхностей деталей, для которых допустим объемный нагрев. Оптимальные свойства покрытий достигаются после их наплавки или проведения операции оплавления напыленного слоя при температурах, близких к температуре ликвидуса (980–1100 °С). Для оплавления покрытий возможно использовать различные источники нагрева: кислородно-ацетиленовое пламя, ТВЧ, печи сопротивления, лазерное излучение, световое излучение и т. п. При оплавлении покрытия происходит металлургическое взаимодействие между напыленным (или наплавляемым) слоем и основным металлом по типу пайки твердым припоем. После этой операции прочность сцепления покрытия с основой может достигать 450 МПа. При этом твердость покрытия находится в диапазоне 20–65 HRC, что определяется, в основном, составом порошкового материала. Напыление покрытий из самофлюсующихся сплавов с их последующим оплавлением или газопорошковая наплавка могут производиться на деталях, изготовленных из металлов, температура плавления которых превышает температуру плавления покрытий. Напыление с оплавлением – один из наиболее распространенных методов газотермического напыления. Несмотря на имеющиеся ограничения, метод позволяет достаточно просто и с небольшими затратами получить плотные износостойкие коррозионностойкие покрытия с высокой адгезией. Самофлюсованием называют самопроизвольное удаление оксидов с поверхности частиц покрытия при их оплавлении. Для этого оксиды должны иметь невысокую температуру плавления, небольшую плотность и высокую жидкотекучесть. Наиболее часто для этих целей применяют сплавы на никелевой основе системы Ni–Cr–B–Si. Оксиды B_2O_3 – Cr_2O_3 – SiO_2 образуют легкоплавкий шлак, всплывающий при оплавлении на поверхность в виде тонкого стекловидного налета. Выдержка при температуре оплавления 1050–1080 °С составляет 1–2 мин. Нежелательно наносить указанные покрытия на мартенситные стали типа 20X13...40X13, Ni–Cr–Mo или Cr–Mo стали, тре-

бующие после оплавления изотермического отжига, а также стали, легированные алюминием, титаном, ниобием, магнием или подвергнутые химико-термической обработке. Высокопрочные Ni–Cr–Mo или Cr–Mo стали, мартенситные стали с высоким содержанием Ni и Cr (типа 1X12H2ВНФ, 1X17H2), углеродистые и нержавеющие стали с высоким содержанием серы непригодны для напыления никелевых самофлюсующихся сплавов, требующих оплавления. Таким образом, физико-химические свойства материалов покрытий во многом определяют технологический процесс напыления.

Применение экзотермических порошков

Применение экзотермических порошков системы никель–алюминий в качестве адгезионного подслоя толщиной 0,05–0,13 мм позволяет получать покрытия без оплавления и отпуска материала основы. При этом рекомендуется предварительный подогрев основного металла детали до 120–150 °С. В настоящее время для газотермического напыления разработаны порошковые материалы серии «Т-Экзо». «Т-Экзо» – многокомпонентные порошковые смеси, в т. ч. с карбидом вольфрама, применяемые при газопламенном или плазменном напылении без последующего оплавления (т. н. «холодное напыление»). Состав порошковых материалов данной серии обеспечивает протекание экзотермических реакций и синтезирование новых фаз в процессе напыления, благодаря чему достигается повышение показателей адгезионной и когезионной прочности, а также коэффициента использования напыляемого материала. Широкий диапазон свойств материалов серии «Т-Экзо» обеспечивает повышение эксплуатационных характеристик при восстановлении и изготовлении различных деталей триботехнического назначения. При использовании некоторых порошков серии «Т-Экзо» возможно наносить покрытия толщиной до 4 мм с повышенной прочностью и плотностью, а разогрев деталей в процессе напыления (при соблюдении требований технологического процесса) не превышает 200–250 °С, результатом чего является отсутствие структурных превращений в материале напыляемой детали и, как правило, деформаций детали. При разработке технологии нанесения покрытий данной серии для повышения адгезионных характеристик покрытий обязательным требованием для всех порошков «Т-Экзо» является предварительное напыление подслоя на основе Ni–Al или Ni–Cr толщиной 0,05–0,1 мм. В частности, для этих целей предназначен порошок

марки «Т-Экзо» № 100 на основе сплава Ni–Al. Порошки серии «Т-Экзо» используются для восстановления размеров деталей с одновременным повышением их износостойкости и улучшением антифрикционных свойств поверхности, а также при изготовлении новых деталей с заданными свойствами поверхностного слоя.

Механическая обработка оплавленных слоев, в зависимости от твердости покрытий, осуществляется резанием твердосплавным инструментом или шлифованием с применением абразивного (преимущественно из зеленого карбида кремния) и алмазного инструмента.

Характерными областями применения покрытий из порошков серии «Т-Термо» являются штоки и плунжеры насосов, защитные втулки и муфты валов насосов, направляющие ролики металлургической промышленности, тяговые ролики волочильных машин, запорная арматура химического и энергетического оборудования, оснастка оборудования кирпичного производства, пуансоны и формы в стекольной промышленности и др.

Развитие конструкций газопламенных установок позволяет реализовать процесс высокоскоростного напыления, при котором частицы порошка разгоняются до скоростей свыше 2000 м/с. В результате пористость покрытий снижается до 1–2 %, появилась возможность напылять покрытия тугоплавких и керамических материалов. Так, например, для получения износо- и коррозионностойких покрытий при восстановлении штоков плунжерных насосов в Институте сварки ГУ Порошковой металлургии РБ применяется высокоскоростное газопламенное напыление керамическими материалами.

Достоинствами газотермической металлизации являются: высокая производительность процесса (до 6–10 кг/ч); возможность получения покрытий с заданными физико-механическими свойствами; получение покрытий без пор, трещин, шлаковых включений; возможность нанесения покрытий 0,1–3,0 мм.

Недостатки технологии: необходимость тщательной подготовки поверхности деталей и порошковых материалов; высокая температура при оплавлении, которая часто приводит к термическим поводкам и отпуску основного металла восстанавливаемой детали; относительно высокая стоимость порошковых сплавов.

Подготовка деталей под напыление

Предварительная подготовка поверхности основы является важным фактором для обеспечения прочного соединения с покрытием.

Детали должны быть тщательно очищены и обезжирены. Детали из пористых материалов и чугуна, для устранения следов масла, подвергаются отжигу при температуре 260–450 °С. Важной операцией является механическая обработка детали под напыление с целью выравнивания изношенной поверхности и занижения размера под напыление. Для цилиндрических деталей производят предварительную проточку и одновременное нарезание резьбы для увеличения площади контакта с покрытием.

Глубина проточки B определяется по формуле:

$$B = A + C, \quad (6.1)$$

где A – припуск на износ;

C – номинальная глубина.

Длина проточки на валу должна превышать размер подшипника на 3 мм на каждую сторону. Окончательная толщина покрытия должна включать допуск на усадку и под механическую обработку. Минимальная толщина покрытия для валов диаметром 76–100 мм должна составлять не менее 0,6 мм. После проточки производится дробеструйная обработка поверхности подлежащей напылению детали. При газотермическом напылении прочность сцепления покрытия с деталью определяется силами механического зацепления за неровности поверхности и прочностью участков микросварки частиц с основой. В связи с этим подлежащую напылению поверхность детали подвергают специальной обработке с целью получения максимальной шероховатости и энергетического состояния в виде наклепа. Наиболее широкое применение для этих целей находит метод обработки деталей колотой крошкой из отбеленного чугуна с острыми кромками и твердостью 60 HRC. В специальных устройствах (дробеструйных пистолетах) частицы дроби размером 0,5–2,0 мм сжатым воздухом разгоняются до 30–40 м/с. Этот поток частиц дроби направляется на предварительно обезжиренную поверхность детали. При соударении с деталью частицы дроби создают шероховатость Ra 40–160 мкм (в зависимости от твердости обрабатываемой поверхности). Для тонкостенных деталей применяют обработку частицами мелкозернистого абразивного материала корунда, карбида кремния, песка и др. Дробеструйная обработка малогабаритных деталей осуществляется в стационарной камере.

Камера дробеструйная предназначена для обработки напыляемых деталей колотой дробью или электрокорундом с целью создания на их поверхности шероховатости, обеспечивающей необходимую прочность сцепления напыленного слоя с деталью. В верхней части

передней стенки размещено смотровое окно для наблюдения за процессом. Средняя часть выполнена в виде дверок, через которые производится загрузка деталей. Размер дверного проема 900×500 мм. По центру створок имеются отверстия для рук, затворенные резиновыми уплотнителями. В боковых стенках камеры размещены отверстия, которые предназначены для загрузки изделий значительной длины и диаметром до 200 мм. На верхней стенке находятся светильники для освещения внутренней (рабочей) зоны и отверстие для подсоединения воздухопровода вытяжной вентиляции. Обработка шеек валов большого диаметра производится в специальной мобильной камере. Конструкция камеры позволяет перемещать ее вдоль оси вала и производить дробеструйную обработку шеек диаметром до 600 мм.

При напылении режим работы горелки, скорость перемещения и расстояние перемещения должны поддерживаться постоянными. Скорость перемещения составляет 10–26 м/мин, шаг для плоских деталей 6–12 мм, для цилиндрических поверхностей скорость подачи 2–7 мм/об. Дистанция напыления 150–200 мм от среза сопла.

Механическая обработка покрытий

При обработке покрытий из самофлюсующихся сплавов большинство из существующих методов механической обработки имеет ограниченное применение. Это связано с тем, что указанные покрытия обладают высокой твердостью и сложной структурой, состоящей из мелкодисперсных высокопрочных фаз. Механическую обработку как точением (при HRC < 40), так и шлифованием, целесообразно разделять на предварительную (черновую) и окончательную (чистовую). При токарной обработке самофлюсующихся сплавов наилучшие результаты по стойкости в широком диапазоне режимов резания достигаются резцами из гексанита – Р. Покрытия при HRC < 30 можно обрабатывать резцами, оснащенными твердыми сплавами ВК3, ВК6, Т15К6. Недостатком инструмента из сверхтвердых материалов является способность к выкрашиванию под действием ударных нагрузок. Поэтому рекомендуется черновую обработку покрытий с неравномерным припуском проводить шлифованием алмазными кругами на металлической связке. При работе не требуется правка, круг работает в режиме самозатачивания. Чистовую обработку в зависимости от твердости нанесенного покрытия и необходимой точности обработки можно проводить резцами или алмазными абразивными кругами на металлической или керамической связке.

Точение покрытий целесообразно выполнять при следующих режимах:

1. Резцы, оснащенные гексанитом – Р:
 - глубина резания – 0,1–0,3 мм;
 - подача – 0,03–0,15 мм/об.;
 - скорость резания – 60–100 м/мин.
2. Резцы, оснащенные твердыми сплавами ВК3, ВК6, Т15К6:
 - глубина резания – 0,1–1,0 мм;
 - подача – 0,03–0,2 мм/об.;
 - скорость резания – 30–60 м/мин.

При шлифовании покрытий из самофлюсующихся сплавов применяют круги:

- при предварительном шлифовании: А04К5/100 100 % Б1;
- при чистовом шлифовании: АС450/40 100 % Б1 и АС460/63 100 % Б1.

В качестве охлаждающей жидкости служит масло минеральное. Можно применять круги из карбида кремния зеленого КЗ зернистостью М25, М40 и твердостью СМ1...СТ1.

Рекомендуется применять следующие режимы шлифования: $V_k = 30\text{--}35$ м/с; $V_d = 20\text{--}30$ м/мин; $S_{пр} = 1,2\text{--}1,5$ мм/об.; $S_{поп} = 0,005\text{--}0,015$ мм/об. Охлаждение осуществляется 5 % эмульсолом Э-2 при расходе 2,5–3,5 л/мин.

Порядок выполнения работы

Изучить требования и оформить инструктаж в журнале по технике безопасности.

Ознакомиться с оборудованием рабочего места.

Изучить условия эксплуатации детали и выбрать материал покрытия.

Установить величину износа детали и рассчитать необходимую величину занижения размера по отношению к номинальному.

Выбрать материал покрытия и режимы напыления.

Заполнить порошковый питатель газопламенной горелки выбранным порошком.

Включить газопламенную горелку и настроить на образце оптимальный режим напыления, выключить горелку.

Произвести дробеструйную подготовку восстанавливаемых поверхностей.

Установить деталь в патрон токарного станка и закрепить, не допуская попадания загрязнений и не касаясь руками подготовленных рабочих поверхностей.

Включить шпиндель станка и запустить газопламенную горелку. Напылить восстанавливаемый участок поверхности детали.

Выключить станок и газопламенную горелку. Остудить деталь.

Измерить толщину напыленного слоя. Размер должен превышать номинальный на 0,3–0,5 мм и является припуском для последующей мехобработки.

Снять деталь со станка и убрать рабочее место.

Составить отчет и сдать преподавателю.

Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать: наименование и цель лабораторной работы, принципиальную схему установки для газопламенного напыления, выбор и обоснование режимов напыления, схему технологического процесса восстановления детали газотермическими способами, операционное описание технологического процесса газопламенного напыления, выводы.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность процесса газопламенной металлизации?
2. Как рассчитывается толщина напыляемого покрытия?
3. Каковы преимущества и недостатки газопламенной металлизации?
4. Какие операции включает технологический процесс восстановления деталей газопламенной металлизацией?
5. Возможные дефекты покрытий, причины их появления и способы устранения.
6. Изложите требования по технике безопасности при работе с установками газопламенной металлизации?
7. Назовите методы получения газотермических покрытий.
8. Какие требования предъявляются к напыляемому материалу для получения газотермического покрытия?
9. Назовите марки порошков самофлюсующихся сплавов.
10. Приведите примеры технологического процесса получения газотермического покрытия (по выбору).
11. Какие методы применяют для повышения качества газотермических покрытий?

7. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

7.1. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РЕМОНТЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Цель и задачи работы

Цель работы – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по использованию составов на основе эпоксидных смол при ремонте сельскохозяйственной техники.

Студент должен знать правила безопасной работы; технические условия на приемку деталей в ремонт данным способом; применяемые материалы и рецептуру приготавливаемых составов; технологии ремонта трещин, пробоин и неподвижных сопряжений; зависимость величины адгезии от состава композиции.

Студент должен уметь выбирать и приготавливать необходимые композиции для восстановления конкретных видов повреждений, готовить поверхность к нанесению эпоксидного состава, обрабатывать и представлять результаты исследований.

Задание на выполнение работы

Изучить технику безопасности при работе с полимерными материалами.

Изучить состав, свойства и технологию применения эпоксидных композиций при ремонте изделий.

Подготовить необходимую композицию и отремонтировать деталь.

Исследовать влияние состава композиции на адгезию.

Оформить и защитить отчет о лабораторной работе.

1. Верстак ОРГ-1468-01-060А на одно рабочее место.
2. Стол с вытяжным шкафом ОП-2078.
3. Настольный сверлильный станок НС-12А.
4. Сушильный электрический шкаф СНОЛ-3,5.3,5.3.5/3.
5. Гидравлический пресс П-6022.
6. Подставка и наставка.
7. Весы лабораторные разновесы.
8. Дозирующее устройство с подогревателем.
9. Набор синтетических материалов (ТУ6-09-4090-76).
10. Лабораторная посуда: колбы, стаканы.
11. Инструменты: металлическая щетка, шабер трехгранный, молоток слесарный 200 г, крестовый шпатель, сверло диаметром 3 мм, керн.
12. Образцы для исследования адгезии (металлические кольца и штифты цилиндрические).
13. Материалы: ветошь, ацетон, шкурка шлифовальная.
14. Перчатки резиновые, передник прорезиненный, очки защитные.

Техника безопасности

Работы должны выполняться только в присутствии лаборанта и по его указанию.

При работе с эпоксидными смолами обязательно пользоваться медицинскими резиновыми перчатками, защитными очками и спецодеждой (нарукавники, фартук, халат).

Взвешивание компонентов эпоксидной композиции следует производить в вытяжном шкафу.

Работу по склеиванию выполнять вблизи вентиляционных отсосов с тем, чтобы образующиеся гари интенсивно удалялись и не попадали в дыхательные органы.

Рабочее место надо покрыть бумагой и после работы уничтожить ее.

Перед началом работы с эпоксидными составами надо смазывать руки тонким слоем мыльной пасты.

Не прикасаться незащищенными руками к смоле, отвердителю и их смеси.

При попадании на кожу отвердителя, смолы или их смеси нужно вымыть руки теплой водой с мылом и снова натереть мыльной пастой.

Запрещается применять ацетон для отмывания рук от эпоксидных составов.

Клей следует наносить только металлическим или деревянным шпателем.

Посуду сразу после окончания работы надо отмыть ацетоном от эпоксидных составов.

При использовании стеклоткани необходимо соблюдать осторожность, предохранять кожу рук, глаза и дыхательные пути от случайного попадания стекловолокна.

Общие сведения

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.

Характеристика и область применения полимерных материалов при ремонте сельскохозяйственной техники

По данным ГОСНИТИ, применение полимерных материалов при ремонте машин по сравнению с другими способами позволяет

снизить трудоемкость восстановления деталей на 20–30 %, а себестоимость ремонта – на 15–20 %, расход материалов снижается на 40–50 %.

Полимеры – это высокомолекулярные органические соединения искусственного или естественного происхождения. Пластическими массами называют материалы, изготовленные на основе высокомолекулярных органических веществ и способные под влиянием повышенных температур и давления принимать определенную форму, которая сохраняется в условиях эксплуатации. Главная составная часть – полимер, соединяющий все компоненты. Кроме того, в состав входят наполнители: пластификаторы, отвердители, ускорители, красители и другие добавки (металлический порошок, цемент, графит, смола, ткань и др.). Их концентрация может достигать 70 % и более.

Полимеры делятся на две группы:

- термопластичные (термопласты): полиамиды, полиэтилен, полистирол и др.;
- термореактивные (реактопласты): пресс-порошки, текстолит, эпоксидные композиции и др.

Термопласты при нагревании способны размягчаться и подвергаться многократной переработке литьем под давлением, прессованием, напылением, нанесением из растворов.

Реактопласты при нагревании вначале размягчаются, затем затвердевают и необратимо переходят в неплавкое и нерастворимое состояние. Перерабатываются прессованием и нанесением из растворов.

Преимущества применения полимерных материалов:

- небольшая плотность. Полимерные материалы в среднем в два раза легче алюминия и в 5–8 раз легче черных и цветных металлов;
- повышенная химическая стойкость к действию агрессивных сред (влаги, кислоты, щелочи). Это свойство дает возможность заменять полимерами нержавеющие стали и цветные металлы, что часто применяется в конструкциях зарубежных машин;
- высокие фрикционные и антифрикционные свойства (малый коэффициент трения, хорошая износостойкость и высокая способность к приработке) обуславливают широкое применение полимерных материалов в узлах трения;
- хорошие диэлектрические свойства делают полимерные композиции основным электроизоляционным и конструкционным материалом в электропромышленности;

– хорошие шумопоглощающие и звукоизолирующие свойства;
 – вибростойкость. Полимеры обладают способностью гасить динамические колебания при знакопеременных нагрузках, что способствует повышению долговечности деталей и узлов машин;

– достаточно широкие возможности создания композиционных материалов (металлографитовые композиции, металлопластмассовые материалы, самосмазывающиеся композиции с использованием металлических, керамических и металлокерамических порошков), в частности антифрикционных, с широкой гаммой свойств и областей применения;

– возможность склеивать детали из различных материалов.

Недостатки применения полимерных материалов:

– низкие теплостойкость, теплопроводность, твердость и модуль упругости;

– наличие остаточных внутренних напряжений, изменение физико-механических свойств с изменением температуры, времени работы.

При ремонте сельскохозяйственной техники используют различные полимерные составы (табл. 7.1).

Таблица 7.1

Составы и области применения полимерных материалов

Материал	Область применения
Эпоксидный состав А (без наполнителя): смола ЭД–16 (ЭД–20) (100 частей по массе) + дибутилфталат (15 ч.) + полиэтиленполиамин (8–9 ч.)	Устранение трещин длиной до 20 мм. Склеивание металлических поверхностей. Вклеивание подшипников и других деталей при зазоре менее 0,2 мм
Состав А + стеклоткань или техническая бязь	Устранение трещин и обрывов трубопроводов
Состав Б: смола ЭД–16 (ЭД–20) (100 ч.) + дибутилфталат (15 ч.) + полиэтиленполиамин (10 ч.)	Устранение трещин длиной до 20 мм. Восстановление подвижных и неподвижных соединений с последующей механической обработкой или формованием, восстановление резьбовых соединений
Состав Б + стальная пластина	Устранение трещин длиной более 150 мм у чугунных и стальных деталей

Материал	Область применения
Состав Б + стеклоткань	Устранение трещин длиной 50–150 мм у чугунных и стальных деталей
Состав В: смола ЭД–16 (ЭД–20) (100 ч.) + олигоамид Л–19 (30 ч.) + железный порошок (120 ч.) + цемент (60 ч.)	Ремонт алюминиевых деталей, устранение трещин длиной до 20 мм. Восстановление посадочных поверхностей, ремонт резьбовых соединений, уплотнение сварных швов
Состав В + стеклоткань. Состав В + стальная пластина	Устранение трещин длиной 50–150 мм только для алюминиевых деталей
Состав Г: смола ЭД–16 (ЭД–20) (100 ч.) + олигоамид Л–19 (30 ч.) + железный порошок (120 ч.) + цемент (60 ч.)	Восстановление неподвижных соединений с последующей механической обработкой или формованием
Состав Д: компаунд К–115 (120 ч.) + отвердитель АФ–2 (30 ч.) + графит (70 ч.)	Восстановление подвижных и неподвижных соединений с последующей механической обработкой или формованием
Состав Е: смола ЭД–16 (ЭД–20) (100 ч.) + дибутилфталат (45 ч.) + полиэтиленполиамин (9 ч.)	Восстановление и стабилизация резьбовых соединений
Герметик «Эластосил–137–83»	Герметизация неподвижных соединений (без прокладок), работающих в водной, воздушной и масляной средах при зазоре до 0,8 мм
Компаунд КЛТ–75Т	То же, включая топливную среду
Уплотнительная замазка У–20А	Герметизация в сочетании с прокладками разъемных соединений, работающих в водной и воздушной средах
Герметик УН–25	Герметизация в сочетании с прокладками разъемных соединений, работающих в среде воды, масла и бензина
Уплотняющая жидкая прокладка ГИП–242	Герметизация неподвижных соединений, работающих в водной и воздушной средах

Материал	Область применения
Уплотняющая жидкая прокладка ГИПК-244	То же, включая маслобензиновую среду
Полиамид, полиэтилен, полипропилен	Восстановление и изготовление деталей литьем и под давлением

Технические условия на приемку в ремонт

Составами на основе эпоксидных смол целесообразно ремонтировать корпусные детали с трещинами и пробоинами в неотчетственных местах, восстанавливать посадочные отверстия при малых износах непосредственной установкой подшипника на состав, а 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: с трещинами, проходящими через отверстия; с пробоинами, находящимися на обработанных поверхностях и площадью более 600 см²; со сквозными пробоинами резьбовых отверстий.

Подготовка деталей к ремонту

Здесь выделены работы, характерные для любого вида дефектов.

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:

1. 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 раствора для обезжиривания должна составлять 85–90 °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.

2. Детали, имеющие большие габариты и массу, обезжиривают только ацетоном. При этом с помощью приспособления 70-0790-1302 на ремонтируемый участок наносят ацетон, который растворяет и снимает жировые пленки. Процесс обезжиривания проводят дважды с промежутком 5–10 мин.

Критерием достаточности очистки служат растекание капель воды и полное смачивание поверхности.

Обезжиривание производят непосредственно перед нанесением составов.

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

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 значительную 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.) повышают механическую прочность и теплостойкость композиции, а также снижают усадку и приближают коэффициент термического расширения композиции к коэффициенту термического расширения металла. При этом роль наполнителя различна. Асбест повышает теплостойкость, корборунд – твердость, порошок олова улучшает антифрикционные свойства, прирабатываемость. Цемент повышает прочность и твердость, кварцевый песок – электроизоляционную способность и твердость, графит снижает коэффициент трения и улучшает антифрикционные свойства, но снижает адгезию к поверхности; не-

обходимы комбинированные покрытия. Стекловолокно повышает прочность, жесткость. Слюда влияет на вязкость, повышая ее. Чем больше зазор, тем более вязкой должна быть композиция. Сажа и алюминиевая (бронзовая) пудра способствуют тиксотронности, т. е. восстановлению, зашпаклевыванию и приработке поверхностей.

В качестве отвердителя применяется полиэтиленполиамин.

Ниже указаны составы композиций в весовых частях:

1. При ремонте резьбовых поверхностей или отверстий под штифты и оси применяется состав А: эпоксидная смола – 100, дибутилфталат – 10–15, полиэтиленполиамин – 6.

2. При ремонте алюминиевых и дюралюминиевых деталей применяется состав Б: эпоксидная смола – 100, дибутилфталат – 15, алюминиевый порошок – 20–25, полиэтиленполиамин – 7.

3. При ремонте стальных или чугунных деталей применяется состав В: эпоксидная смола – 100, дибутилфталат – 15, железный или чугунный порошок – 160, полиэтиленполиамин – 7.

Перед приготовлением состава производится подготовка составляющих компонентов. Железный или чугунный порошок просушивают при температуре 100–120 °С в течение 2–3 ч, а полиэтиленполиамин выпаривают при температуре 110–115 °С в течение 3 ч.

Далее эпоксидную смолу разогревают в термошкафе или баке с горячей водой до температуры 60–80 °С в течение 15 мин, отбирают необходимое количество 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 полиэтиленполиамин смесь тщательно перемешивают в течение 5 мин.

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

Технология ремонта трещин

Трещины длиной до 20 мм. Определить точные границы трещины капиллярным способом, для чего смочить керосином предполагаемое место дефекта и выдержать в течение 6–10 минут, затем

насухо вытереть его. Натереть данную поверхность мелом и легкими ударами молотка 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. 7.1). Во избежание отека эпоксидной композиции покрываемую поверхность располагать горизонтально.

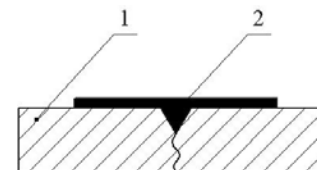


Рис. 7.1. Нанесение эпоксидного состава на поверхность детали:
1 – деталь; 2 – эпоксидный состав

Трещины длиной 20–150 мм. В этом случае дополнительно к предыдущему варианту изготавливают две накладки из стеклоткани или технической бязи так, чтобы первая накладка перекрывала трещину на 20–25 мм, а вторая – на 30–40 мм на сторону. Накладки предварительно должны быть обезжирены кипячением в воде в течение 2–3 часов и высушены.

Вид получаемого шва в поперечном сечении представлен на рис. 7.2. Накладки должны быть хорошо прикатаны роликом и не отставать от состава.

Технология ремонта неподвижных соединений

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.

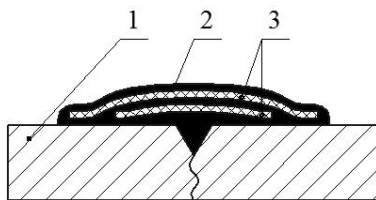


Рис. 7.2. Заделка трещин эпоксидным составом:
1 – деталь; 2 – эпоксидный состав; 3 – накладки

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

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

Износ посадки при зазоре более 0,1 мм. Расточить посадочное отверстие на глубину 2–6 мм на сторону в зависимости от конструкции детали ($R_a = (3,2-6,3)$ 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.

Отверждение составов и последующая обработка

Отверждение составов, где в качестве отвердителя использовался полиэтиленполиамин, можно производить с нагревом детали и без нагрева. Отверждение эпоксидного состава происходит при температуре 20 °С за 72 ч или по одному из режимов (табл. 7.2).

Таблица 7.2

Режим полимеризации эпоксидных композиций на максимальную прочность

Температура, °С	Выдержка, ч
40	48
60	24
80	5
100	3
180	1

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

Температурный режим должен выдерживаться с точностью до 5 °С.

После отверждения подтеки и наплывы зачищают. Покрытие должно быть равномерным, без трещин, пор и отслаивания состава от поверхности. Контроль производится визуально, 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.

Режим резания при точении: скорость резания – 88 м/мин, подача – 0,1 мм/об.

Угол заточки инструмента:

- при точении $\gamma = 10^\circ$, $\alpha = 10-15^\circ$;
- при сверлении $2\gamma = 70-90^\circ$, $\alpha = 12-15^\circ$;
- при фрезеровании $\gamma = 20^\circ$, $\alpha = 20^\circ$.

Влияние состава композиций на адгезию

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.

Образцами для определения адгезии служат стальные кольца ($d_{нар} = 40$ мм, $d_{вн} = 16$ мм) высотой 10 мм и стержни длиной 30 мм.

Рецептуру клеевых композиций принимаем следующую:

- связующее: смола эпоксидная ЭД-16 – 100 мас. ч. (2г.);
- 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 нужно подобрать кольца и стержни таким образом, чтобы зазор в сопряжении не превышал 0,1 мм.

Подобранные стержни и кольца укладываются в кассету по три пары в одну ячейку. Так как каждый опыт будет проводиться трижды, то потребуется 15 пар колец со стержнями. Каждая пара обозначается одинаковыми 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. Композиция шпателем наносится на внутреннюю поверхность кольца и наружную поверхность стержня (на стержне на ширину 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 180 °С в течение 3-х часов.

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

Разрушение оклеенных 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. 7.3).

Усилие выпрессовки определяется по показаниям манометра в момент сдвига по формуле:

$$P = pS, \quad (7.1)$$

где p – развиваемое давление, отсчитываемое по манометру, кг/см²;
 s – площадь поршня, см².

Предел прочности при сдвиге определяется по формуле:

$$\sigma = \frac{P}{F}, \quad (7.2)$$

где F – площадь склейки, см².

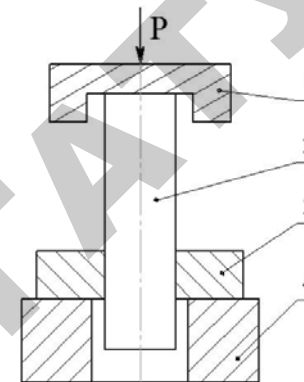


Рис. 7.3. Схема определения адгезии методом сдвига:
1 – наставка; 2 – стержень; 3 – кольцо; 4 – подставка

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

Производится аналитический расчет разрушающей нагрузки по формуле и сравниваются данные расчетов с экспериментальными значениями:

$$P = \frac{\pi d_k l t 10^{-2}}{A t^2 + B + C}, \quad (7.3)$$

где d_k – 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. 7.3).

Таблица 7.3

Коэффициенты A, B, C

Материал соединяемых деталей	A	B	C
Сталь – сталь	0,00677	0,00461	–0,00006
Сталь – чугун	0,00586	0,00476	–0,000008

Порядок выполнения работы

Изучить правила техники безопасности при ремонте деталей и сборочных единиц полимерными материалами.

Ознакомиться с оснащением рабочего места, применяемыми при ремонте полимерными материалами.

Подобрать необходимые марки полимерных материалов или их композиций для ремонта сборочной единицы в соответствии с заданием преподавателя, обосновать технологию ремонта трещин, пробоин и восстановления неподвижных сопряжений.

Продефектовать детали с механическими повреждениями (трещинами) или неподвижные соединения (подшипник – корпус, ось – втулка, втулка – корпус и др.) и обосновать материал или его композицию в зависимости от зазора и условий работы соединения.

Разработать технологический маршрут восстановления неподвижных соединений сборочной единицы и обосновать режимы процесса.

Разработать технологические эскизы.

В соответствии с разработанным технологическим маршрутом произвести восстановление детали.

Проверить качество восстановления.

Исследовать прочности сцепления полимерного материала на образцах по методу сдвига.

Оформить отчет и сдать преподавателю.

Результаты испытаний заносятся в табл. 7.4.

Таблица 7.4

Таблица результатов испытаний

№ опыта	№ измерения	Давление по манометру, кг/см ²	Усилие выпрессовки, кгс	Площадь склейки, см ²	Предел прочности, кгс/см ²	Среднее значение предела прочности, кгс/см ²

Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать: наименование и цель лабораторной работы, результаты выбора эпоксидной композиции, схему

технологического процесса ремонта объекта, результаты исследований и выводы.

Контрольные вопросы

1. Укажите состав, свойства, преимущества, недостатки и технические требования на применение эпоксидных композиций в ремонтном производстве.
2. Укажите виды и назначение применяемых в эпоксидных композициях наполнителей.
3. Приведите технологические маршруты устранения трещин в корпусных деталях.
4. Приведите технологические маршруты ремонта неподвижных соединений.

7.2. ПРИМЕНЕНИЕ АНАЭРОБНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СИНТЕТИЧЕСКИХ КЛЕЕВ ПРИ РЕМОНТЕ МАШИН

Цель и задачи работы

Цель работы – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по применению анаэробных материалов и синтетических клеев при ремонте деталей и сборочных единиц.

Студент должен знать правила техники безопасности при работе с анаэробными материалами и синтетическими клеями; технические условия на приемку деталей в ремонт; основные показатели, физико-химические свойства, область применения анаэробных материалов и клеев, а также технологию ремонта сборочных единиц и деталей с их использованием.

Студент должен уметь выбирать необходимые полимерные материалы; готовить их композиции; производить ремонт деталей; получать, обрабатывать, анализировать и представлять результаты исследований.

Задание на выполнение работы

Изучить технику безопасности при выполнении работы.

Изучить номенклатуру, свойства и технологию применения анаэробных материалов и клеев при ремонте машин.

Разработать технологический маршрут ремонта указанной детали или сборочной единицы с применением полимерных материалов.

Выбрать готовый состав или приготовить композицию и отремонтировать деталь или сборочную единицу.

Исследовать способы ускорения отверждения анаэробных материалов и увеличения их несущей способности.

Оформить и защитить отчет о лабораторной работе.

Оснащение рабочего места

1. Верстак слесарный на одно рабочее место.
2. Стол с вытяжным шкафом ОП-2078.
3. Сушильный электрический шкаф СНОЛ 72/350 И4А.
4. Гидравлический пресс П-6022.
5. Подставка и надставка.

6. Набор полимерных материалов и клеев: анаэробные герметики УГ-6, УГ-9, АН-6В и др.; анаэробный клей АН-104, клеи ВС-10Т, БФ52Т и др.

7. Набор наполнителей (бронзовая и алюминиевая пудра, железный порошок ПЖ-4, тальк, портландцемент и др.).

8. Материалы: ветошь, ацетон, шкурка шлифовальная.

9. Весы лабораторные, разновесы.

10. Лабораторная посуда: колбы, стаканы.

11. Набор инструментов (ножницы, щетка, шабер, кисть, ролик, штангенциркуль, микрометр, нутромер).

12. Образцы для исследований (резьбовые соединения, металлические кольца и стержни).

13. Приспособление для приклеивания фрикционных накладок к тормозным колодцам.

14. Набор деталей, подлежащих ремонту.

15. Электрическая шлифовальная машина ИЭ-2008.

16. Перчатки резиновые, халат, передник прорезиненный, очки защитные.

17. Динамометрический ключ.

Техника безопасности

Работы должны выполняться только в присутствии лаборанта и по его указанию.

Помещения, где проводятся работы с анаэробными материалами и клеями, должны быть оборудованы приточно-вытяжной, рабочие места – местной вытяжной вентиляцией.

Работы следует выполнять в халатах, фартуках и резиновых перчатках.

Вблизи рабочих мест не должно быть открытого огня, нельзя включать электронагревательные приборы (температура самовоспламенения материалов находится в пределах 350–400 °С).

При попадании анаэробных материалов и клеев на кожу их нужно стереть тампоном и смыть остатки продукта теплой водой с мылом; при попадании в глаза – очистить их тампоном и немедленно обратиться к врачу.

Запрещается разбрасывать на рабочем месте ветошь и хлопчатобумажные салфетки, пропитанные растворителями, анаэробными материалами, клеями или активаторами, во избежание самовозгорания. Всю загрязненную ветошь и салфетки необходимо убирать

в железный ящик, закрываемый крышкой, и по окончании рабочей смены содержимое выбрасывать в отведенное место.

Запрещается применять ацетон для мытья рук.

Полимерные материалы в флаконах из полиэтилена рекомендуется хранить в местах, закрытых от прямого попадания солнечных лучей, для исключения их полимеризации.

Общие сведения

В ремонтно-обслуживающем производстве нашли широкое применение полимерные материалы и их производные, что позволило на 20–30 % снизить трудоемкость и уменьшить себестоимость ремонта, в ряде случаев сократить расход черных и цветных металлов при увеличении ресурса объектов ремонта. К числу наиболее перспективных следует отнести анаэробные материалы.

Анаэробные материалы – это одноупаковочные жидкие составы, способные длительное время храниться на воздухе без изменения свойств и быстро отверждаться при комнатной температуре без доступа воздуха. Для ускорения отверждения анаэробных клеевых материалов при пониженных температурах, а также при их применении на неметаллических поверхностях используются специально выпускаемые активаторы.

По области применения анаэробные материалы можно разделить на 4 группы (табл. 7.6):

- клеи-герметики;
- герметики – жидкие отверждающие прокладки;
- клеепорошковые композиции;
- антипоры.

Клеи-герметики. Основное их назначение – фиксация различных соединений. К ним могут быть отнесены следующие марки: Унигерм-8, Унигерм-9, Унигерм-11 и др.

Герметики – жидкие прокладки. Основное назначение – уплотнение различных соединений, а также фиксация легкоразборных соединений. К ним можно отнести Анатерм-6, Анатерм-8 и др.

Клеепорошковые композиции. Предназначены для устранения микродефектов литья, механической обработки, а также фиксации неразъемных соединений. Эти композиции чаще всего состоят из Унигерм-9 и металлических порошков из активных металлов.

Антипоры. Предназначены для пропитки пористого литья, сварных швов и др. К ним относятся Анатерм-1У, АК-80 и др.

Анаэробные полимерные материалы производства фирм России, область применения и основные характеристики

Марка и технические условия материала	Область применения	Вязкость, МПа · с	Максимальный зазор соединения, мм	Диапазон рабочих температур, °С	Разрушающее напряжение при сдвиге (трении), МПа	Время набора полной прочности при 20 °С
1	2	3	4	5	6	7
Анатерм-1 (АН-1) ТУ176-01-1213-79	Уплотнение микропор и микротрещин в сварных швах и околошовной зоне, литье	12,5–21	0,07	от –50 до +150	5 (для стали)	24
Анатерм-1У (АН-1У) ТУ6-01-2-671-83	Уплотнение микропор и микротрещин в сварных швах и околошовной зоне, литье, уплотнение и герметизация цилиндрических соединений	10–17	0,07	от –60 до +250	5 (для стали)	3–5
Анатерм-17 (АН-17) ТУ6-01-1215-79	Уплотнение и герметизация соединений, работающих при ударных и вибрационных нагрузках	4000–6000	0,1–0,45	от –60 до +150	0,5–3,0	5
Анатерм-6 (АН-6) ТУ6-01-1215-79	Уплотнение, герметизация и фиксация фланцевых, резьбовых и гладких неразъемных соединений	15000–30000	0,7	от –60 до +150	8,0–15,0	8
Анатерм-8 (АН-8) ТУ6-01-1215-79	Уплотнение фланцевых, резьбовых и гладких разъемных соединений	15000–30000	0,6	от –60 до +150	6,0	8

Продолжение табл. 7.6

1	2	3	4	5	6	7
Анатерм-4 (АН-4) ТУ6-01-1217-79	Уплотнение фланцевых, резьбовых и гладких разъемных соединений	135–190	0,15	от –60 до +150	8	24
Герметик ДН-1	Уплотнение микропор для устранения дефектов сварных и паяных соединений	100–150	0,15	от –60 до +120	3–6 (для латуни)	Герметик ДН-1
Герметик ДН-2 (ДН-2) ТУ5-01-12Т2-79	Уплотнение микропор для устранения дефектов	3000	0,3	от –50 до +120	3–5 (для латуни)	–
Анатерм-117 (АН-117)	Фиксация, уплотнение, герметизация изделий, подвергающихся воздействию вибрации и ударных нагрузок	–	0,3	от –60 до +300	17	1–6
Унигерм-6 (УН-6) ТУ6-01-624-82	Для стопорения и упрочнения резьбовых соединений, действующих в условиях осевых, вибрационных нагрузок и имеющих защитные покрытия (фосфатирование, оцинкование). Является тиксотропным материалом	–	–	от –60 до +150	–	1–6
Унигерм-7 (УН-7) ТУ6-01-1212-85	Уплотнение, контроль и фиксация неразъемных цилиндрических и резьбовых соединений	100–200	0,15	от –60 до +150	15	3–5
Унигерм-2Н (УН-2Н) ТУ6-01-1211-79	Пропитка пористого литья, герметизация и фиксация разъемных винтовых соединений	100–200	0,15	от –60 до +150	1,5–4,5	24

Окончание табл. 7.6

1	2	3	4	5	6	7
Унигерм-8 (УН-8) ТУ6-01-1326-86	Крепление, стопорение крепежа и сопряженных деталей, имеющих защитные покрытия. Тиксотропная композиция	40000	0,45	от –60 до +150	15	1–6
Унигерм-9 (УН-9)	Крепление, стопорение крепежа и сопряженных деталей, имеющих защитные покрытия. Тиксотропная композиция	4000–6000	0,1–0,3	от –60 до +150	15	1–6
Унигерм-11 (УН-11)	Стопорение и упрочнение цилиндрических поверхностей деталей. Фиксация резьбовых соединений	400–700	0,25	от –60 до +150	0,25	3–5

Однако это деление условно, так как все анаэробные материалы благодаря высокой проникающей способности заполняют все микронеровности сопрягаемых поверхностей, обеспечивая герметичное замыкание (100 % контакт сопрягаемых поверхностей), а также предотвращают коррозию поверхности сопрягаемых металлов, способны длительное время храниться на воздухе без изменения свойств и быстро отверждаться при отсутствии кислорода воздуха при температуре 15–35 °С, малотоксичны и удобны в применении. Нерастворимы в воде, топливе и маслах, кислотах, щелочах, растворителях, хладагентах. Устойчивы к действию механических нагрузок и переменных температур, к ударам и вибрациям.

Время набора полной прочности для анаэробных материалов составляет в зависимости от вязкости и зазора 1–6 ч, максимальное – 24 ч.

Их использование позволяет перейти от применения горячих и пресованных посадок и тугих резьб, требующих механической обработки с узкими допусками соответствующего пресового и монтажного оборудования, к более технологичным скользящим посадкам.

Используют для восстановления посадочных мест подшипников и восстановления резьбовых соединений, устранения пор и трещин литых и сварных деталей, фиксации дополнительных ремонтных эле-

ментов, герметизации трубопроводов и топливопроводов. К тому же они фиксируют взаимное расположение деталей с разной точностью.

Скорость полимеризации и время достижения максимальной прочности анаэробных материалов зависят в основном от контактируемого материала, температуры, чистоты и шероховатости поверхности, зазора, площади герметизирующей поверхности, технологии сборки и т. п.

По признаку влияния на скорость отверждения анаэробного состава материалы делятся на 3 группы:

- активные – медь и ее сплавы, кобальт, марганец, никель, железо (контакт с ними ускоряет полимеризацию состава);
- нормальные – алюминий и его сплавы, углеродистые стали, золото, серебро, цинк (их поверхность реактивна);
- пассивные – нержавеющие стали, пластмассы, стекло, химические и гальванические покрытия (фосфатированные, азотированные, кадмированные, анодированные, оксидированные, хромированные).

Время отверждения на активных поверхностях исчисляется минутами, на нормальных – часами, на пассивных может достигать нескольких суток. Использование специальных активаторов КС и КВ ускоряет процесс полимеризации уплотняющих покрытий до 3–6 ч.

Постоянно пополняется номенклатура синтетических клеев, расширяются их технологические возможности, а следовательно, и область применения. Они поставляются в готовом виде и имеют значительную номенклатуру. Свойства, технологические режимы применения и назначение синтетических клеев представлены в табл. 7.5.

Таблица 7.5

Свойства, технологические режимы применения и назначение синтетических клеев (Россия)

Клей	Свойства	Температура и время выдержки после нанесения клея	Температура и время выдержки склеивания	Основное назначение
1	2	3	4	5
БФ-2	Вибростоек, тропикостоек, устойчив к действию воды и высокой влажности при повышенной температуре. Условия эксплуатации – температура от –60 °С до +70 °С	30–60 мин при 20±5 °С; 15 мин при 80–90 °С каждый слой	1–2 ч при 140–150 °С	Склеивание металлов, стекла, керамики и т. д. Не рекомендуется для склеивания эластичных материалов

1	2	3	4	5
БФ-4	Высокая ударостойкость, большой запас прочности	30–60 мин при 20±5 °С; 15 мин при 60 °С каждый слой	1–2 ч при 140–150 °С	То же, склеивание древесины, оргстекла, стекловолокна
ВС-10Т	Вибростоек, тропикостоек, устойчив к действию топлива, масел, воды и высокой влажности при повышенной температуре. Условия эксплуатации – температура от –60 °С до +100 °С	60 мин при 20±5 °С каждый слой	180 °С при 1–2 ч	Склеивание стали, дюралюминия, стеклотекстолита, пенопласта, гетинакса со сталью и др. Не рекомендуется для склеивания эластичных материалов и гибких конструкций
БФТ-52	То же	3 ч при 35 °С	11 мин при 300–340 °С; 15 мин при 240–280 °С	То же
ВС-300	То же	60 мин при 20±5 °С каждый слой	2 ч при 200 °С	То же
88Н	Вибростоек, тропикостоек, устойчив к действию воды и высокой влажности при повышенной температуре. Неустойчив к действию бензина и масла. Условия эксплуатации – температура от –40 °С до +60 °С	8–10 мин при 20±5 °С	24 ч при 20±5 °С	Склеивание любых вулканизированных резин на любой основе

Широкий спектр высокоэффективных герметиков, клеев и других полимерных материалов для решения проблем в области ремонтно-обслуживающего производства выпускается зарубежными фирмами. В табл. 7.6 представлены характеристики и примеры использования наиболее перспективных материалов, поставляемых фирмой «Loctite».

Новым и перспективным способом применения полимерных материалов является метод холодной молекулярной сварки (ХМС).

Сварной шов формируется с помощью специально разработанных ремонтно-композиционных материалов: Универсал, Керамик, Реком-Б и др.

Таблица 7.6

Характеристика и область использования герметиков и синтетических клеев, выпускаемых фирмой «Loctite»

Наименование продукта	Характеристика	Область применения
Visorite 3950 (клей-герметик)	Однокомпонентный клей-герметик с высокой адгезией к стеклу и металлу. Обладает демпфирующими свойствами, не склонен к старению	Для герметизации стекол автомобилей, автобусов, тракторов и др. техники
Ultra Blach	Быстроотверждающаяся масса с возможностью заполнения зазоров до 6 мм. Исключительно стойка к маслам и гликолевым смесям. Стойка при нагреве до 205 °С, кратковременно до 325 °С	Уплотнение систем впуска, водяных и масляных насосов, корпуса термостата, крышек корбков передач, крышек осей привода и др. соединений ДВС и агрегатов трансмиссии автомобилей и др. техники
Loctite 401, 406, 454, 480 (моментальные клеи)	Однокомпонентные составы на основе этилцианокрылазов. Прочность на растяжение до 30 Н/мм ² . Устойчивы к ударным нагрузкам	Склеивание дерева, картона, эластомеров и силиконовых резин, полиэтилена. Предназначен для склеивания уплотнительных колец из резинового шнура с диаметром от 1,6 до 8,4 мм

Материалы, применяемые для ХМС, представляют собой металлизированные композиции, состоящие на 70–80 % из дорогостоящих тонкодисперсных металлов (никель, хром, цинк) и специально подобранных олигомеров, образующих при отверждении трехмерные полимерные сетки повышенной прочности. Они обладают свойствами металлов и легко подвергаются механической обработке,

не требуется термическое или механическое воздействие на восстанавливаемую поверхность. С помощью технологии ХМС можно производить высокопрочные соединения деталей из различных материалов, восстанавливать размеры и форму изношенных деталей (валов, отверстий, опорно-направляющих дорожек, шлицов, шпоночных пазов, посадочных мест под подшипники и т. д.), наносить на рабочие поверхности деталей износостойкие покрытия с эффектом самосмазывания, устранять трещины и сколы. Детали, восстанавливаемые методом ХМС, сохраняют работоспособность при температуре от –60 до +350 °С. Имеют хорошую адгезию с любыми материалами. Технологию ХМС эффективно используют, например, при восстановлении: изношенной резьбы в глухих отверстиях массивных корпусных деталей, изношенных шпоночных пазов, штоков гидроцилиндров, для устранения протечек теплообменников и емкостей для хранения нефтепродуктов без разборки и слива жидкостей. Материал Реком-Б является основой для разработки материалов, обладающих специальными свойствами: Реком-К-И – адгезией к влажной поверхности; Реком-Ж – повышенной термостойкостью; Реком-К – износостойкостью; Реком-О – для использования при отрицательных температурах в полевых условиях; Реком-супер – композит нового поколения с адгезией к стальной поверхности до 35 МПа. Материал «Унигерм» успешно применяется при ремонте радиаторов систем охлаждения двигателей, блоков цилиндров, трубопроводной аппаратуры, а также глушителей.

Анаэробные герметики

Фиксатор анаэробный для монтажа подшипников плотной посадки – Permatex® Bearing Mount for Close Fits. Данный быстросхватывающийся анаэробный клей, имеющий низкую вязкость, повышает плотность прессовой посадки или узлов со скользящей посадкой. Предназначен для монтажа подшипников, втулок и изношенных деталей. Позволяет фиксировать детали при диаметральном зазоре до 0,13 мм. Используется для предотвращения прокручивания и перекоса подшипников в обойме при прессовой и свободной посадке, при повторной установке сильно изношенных валов и корпусов в посадочные гнезда, ослабленных установочных винтов.

Применение. Нанести равномерный слой состава на подготовленную ремонтируемую металлическую поверхность. Произвести сборку. Детали можно использовать через 4 часа после сборки.

Фиксатор анаэробный для монтажа подшипников свободной посадки – Permatex® Bearing mount for Relaxed Fits. Высокопрочный анаэробный клей, имеющий среднюю вязкость, используется для узлов со скользящей посадкой. Состав для монтажа подшипников, втулок со свободной посадкой и изношенных деталей. Фиксирует детали при зазоре до 0,38 мм. Применяется для фиксации подшипников промежуточного вала, подшипников колес. Сохраняет прочность до +150 °С.

Применение. Очистить детали средством для очистки деталей Permatex®82220. Нанести состав на соединяемые поверхности. Произвести сборку. Время застывания – 4 ч. Полностью затвердевает через 24 ч. Для лучшего застывания предварительно нанести активатор Permatex®24163.

Фиксатор анаэробный для втулок – Permatex® High Strength Sleeve Retainer. Данный высокотемпературный анаэробный клей обеспечивает неподвижность узлов со скользящей посадкой и узлов с прессовой посадкой. Высокопрочный фиксатор для монтажа втулок и направляющих. Восстанавливает посадку в случае износа деталей. Отвердевает без доступа кислорода при контакте с металлом. Фиксирует детали при зазоре до 0,18 мм. Применяется для фиксации гильз цилиндров, направляющих клапанов, подшипников. Сохраняет прочность до +150 °С.

Применение. Очистить детали средством для очистки деталей Permatex®82220. Нанести состав на соединяемые поверхности. Произвести сборку. Время застывания – 4 ч. Полностью затвердевает через 24 ч. Для лучшего застывания предварительно нанести активатор Permatex®24163.

Анаэробный фиксатор резьбы синий (средняя степень фиксации) – Permatex® Medium Strength Threadlockers. Идеально подходит для крепежных узлов, состоящих из болтов и гаек диаметром от 6 мм до 25 мм. Улучшенная замена стопорным шайбам. Склеивает металлические поверхности, когда после сборки к ним прекращается доступ кислорода. Одновременно стопорит, герметизирует и защищает резьбу от коррозии. Широко используется как в промышленности, так и в бытовой сфере.

Применение. Нанести на среднюю часть резьбы и собрать детали. Для ускорения процесса при низких температурах, а также для неактивных поверхностей используйте аэрозольный праймер-активатор Permatex®24163.

Анаэробный фиксатор для замасленных соединений синий (средняя фиксация) – Permatex® Surface Insensitive Threadlocker

BLUE. Особенно подходит для резьбовых соединений диаметром от 6 до 20 мм. Предназначен для использования на замасленных поверхностях (без дополнительной обработки). Улучшенная замена стопорным шайбам. Склеивает металлические поверхности, когда после сборки к ним прекращается доступ кислорода. Одновременно стопорит, герметизирует и защищает резьбу от коррозии. Обладает повышенной адгезией к замасленным поверхностям. Специально разрабатывался для использования при ремонтных работах.

Применение. Нанести на среднюю часть резьбы и собрать детали. Для ускорения процесса при низких температурах, а также для неактивных поверхностей используйте аэрозольный праймер-активатор Permatex®24163.

Анаэробный фиксатор резьбы красный – сильная фиксация – Permatex® High Strength Thread locker RED. Клей для резьб сильной фиксации. Используется в узлах, работающих под высокой нагрузкой. Особенно подходит для шпилек, подлежащих стопорению, и при прессовой посадке деталей. Улучшенная замена стопорным шайбам.

Применение. Нанести на среднюю часть резьбы и собрать детали. Для ускорения процесса при низких температурах, а также для неактивных поверхностей используйте аэрозольный праймер-активатор Permatex®24163.

Порядок выполнения работы

Изучить правила техники безопасности при ремонте деталей и сборочных единиц анаэробными материалами и синтетическими клеями.

Ознакомиться с оснащением рабочего места, применяемыми при ремонте сборочных единиц анаэробными материалами.

Подобрать необходимые марки полимерных материалов или их композиций для ремонта сборочной единицы, представленной на рис. 7.4, используя данные табл. 7.5 и 7.6, обосновать особенности технологии их применения.

Продефектовать детали неподвижных соединений (подшипник – корпус, ось – втулка, втулка – корпус и др.) и обосновать оптимальный анаэробный материал или его композицию в зависимости от зазора и условий работы соединения.

Разработать технологический маршрут восстановления неподвижных соединений сборочной единицы и обосновать режимы процесса.

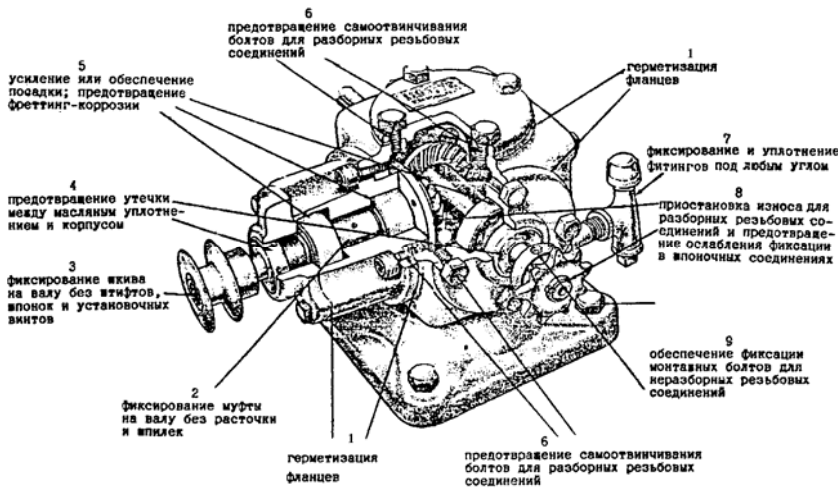


Рис. 7.4. Пример использования анаэробных материалов

Разработать эскизы на восстановление неподвижных соединений сборочной единицы.

Произвести восстановление неподвижного соединения.

Проверить качество восстановления.

Подготовить образцы в виде деталей резьбовых соединений и соединений кольца со стержнем. Определить значение зазора в соединениях.

Подготовить для исследований анаэробные материалы и их композиции с различным содержанием наполнителей (бронзовая и алюминиевая пудры, железный порошок ПЖ-4, тальк, портландцемент и др.).

Определить площадь контакта кольца со стержнем.

Обезжирить ацетоном поверхности образцов.

Нанести в зону соединения деталей испытуемые материалы. Для резьбовых соединений использовать анаэробный материал в состоянии поставки и его композиции с бронзовой и алюминиевой пудрами, железным порошком ПЖ-4.

Выбрать режим и произвести отверждение композиции. При большой длительности процесса отверждения измерения производить на образцах более ранних опытов.

Исследовать скорость отверждения и прочность сцепления методом сравнения с контрольными образцами, где используется анаэробный

материал в состоянии поставки. Прочность сцепления для резьбовых соединений оценивать по крутящему моменту, а для соединений «стержень – кольцо» по пределу прочности при сдвиге.

Оформить отчет и сдать преподавателю.

Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать: наименование и цель лабораторной работы, результаты выбора полимерных материалов для ремонта сборочной единицы, результаты исследований, схему технологического процесса ремонта сборочной единицы с использованием анаэробных материалов и клеев (табл. 7.8–7.12) и выводы.

Таблица 7.8

Выбор полимерных материалов для ремонта сборочной единицы

№ соединения	Наименование дефекта детали или неисправности сборочной единицы	Рекомендуемая марка материала или состава композиции

Таблица 7.9

Технология восстановления неподвижных соединений в зависимости от зазора и условий работы соединения

№ п/п	Наименование соединения и условия его работы	Зазор, мм	Анаэробный материал (композиция)	Режим процесса	Технологический маршрут восстановления	Способ контроля	Эскиз восстановления соединения

Таблица 7.10

Результаты испытаний образцов при исследовании способов повышения скорости отверждения (на примере резьбовых соединений)

№ п/п	№ измерения	Марка анаэробного материала или состав композиции	Режим процесса отверждения	Момент отворачивания резьбового соединения, Н · м

Таблица 7.11

Результаты испытания образцов при исследовании способов повышения несущей способности (на примере соединения «кольцо – стержень»)

№ п/п	№ измерения	Марка анаэробного материала или состав композиции	Давление по манометру, МПа	Усилие распрессовки, Н	Площадь контакта (склейки), м ²	Предел прочности, МПа	Среднее значение предела прочности, МПа

Таблица 7.12

Схема ТП ремонта сборочной единицы с использованием клеев

№ п/п	Наименование и содержание операции	Эскиз на ТП	Технические требования	Технологические режимы	Оборудование, приспособление, инструмент	Контроль качества

Контрольные вопросы

1. Что означает слово «анаэробный»?
2. Укажите технические требования на ремонт деталей и сборочных единиц анаэробными материалами и клеями.
3. Укажите характерные свойства, назначение и область применения анаэробных материалов при ремонте сельскохозяйственной техники.
4. Укажите характерные свойства, назначение и область применения клеев в ремонтном производстве.
5. Приведите технологический маршрут восстановления ведомых дисков муфт сцепления с применением термостойких клеев.
6. Приведите схему технологического процесса восстановления посадочных мест под подшипники в корпусных деталях с использованием анаэробных материалов.

7. Приведите примеры использования анаэробных материалов и клеев при ремонте двигателей.

8. Пути ускорения процесса полимеризации при ремонте объектов.

9. Опишите технологию герметизации соединений с применением анаэробных материалов.

10. Опишите сущность, преимущества и недостатки технологии холодной молекулярной сварки.

7.3. ПРИМЕНЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ РЕМОНТЕ МАШИН

Цель и задачи работы

Цель работы – закрепить теоретические знания и получить практические навыки в области восстановления полимерными материалами рабочих поверхностей деталей машин методами электро- и трибостатического напыления.

Студент должен знать устройство и принципы работы оборудования для формирования полимерных покрытий методами трибо- и электростатического напыления полимерных порошковых составов; технологические особенности изучаемых методов восстановления, связанные с особенностями структурного строения термопластичных полимерных материалов.

Студент должен уметь спроектировать технологический процесс восстановления рабочих поверхностей деталей различного функционального назначения методами напыления порошковых полимеров.

Задание на выполнение работы

Изучить технологию и оборудование для формирования покрытий из полимеров методами электростатического напыления.

Ознакомиться с устройством оборудования по напылению полимерных порошковых материалов и приемами безопасной работы с ним.

Разработать технологический процесс восстановления рабочих поверхностей деталей полимерными материалами.

Приобрести практические навыки по напылению полимерными материалами восстанавливаемых поверхностей деталей сельскохозяйственной техники.

Оформить отчет о лабораторной работе.

Оснащение рабочего места

1. Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А.
2. Стеллаж ОРГ-1468-06-092А.

3. Шкаф вытяжной ОК-1 (или Ш1-НЖ).
4. Шкаф сушильный (температура до 500 °С).
5. Трибоэлектрический напылитель ТСН-9.
6. Электростатический напылитель ЭСН-3.2.
7. Шланги кислородные типа Ш ВН Ø12 ГОСТ 9356–80.
8. Влагомаслоотделитель.
9. Порошки для нанесения методом электростатического напыления.
10. Детали, подлежащие напылению.

Техника безопасности

К выполнению лабораторной работы допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности с росписью в журнале. В лаборатории запрещается хранить легковоспламеняющиеся вещества, курить. Производить работу разрешено только в присутствии рабочего мастера и по его указанию. Студенты должны знать устройство и принцип работы пистолетов для напыления, соблюдать режимы в соответствии с техпроцессом.

При ручной загрузке (выгрузке) порошковых материалов для защиты органов дыхания, зрения и кожных покровов рук и лица необходимо использовать средства индивидуальной защиты типа респираторов, защитных очков, трикотажных перчаток, соответствующих требованиям ГОСТ 12.4.011–75.

В помещении должны быть средства пожаротушения, в качестве которых могут быть использованы: смачиватели НП-1, НП-5, воздушная механическая пена, асбестовые одеяла и песок.

Эксплуатация пистолета-распылителя должна производиться только в камерах, оборудованных системами вентиляции и рекуперации порошка, исключаящими выброс порошковой пыли в производственное помещение.

Для предотвращения образования зарядов статического электричества на технологическом оборудовании все его составные части должны быть заземлены (сопротивление не более 10 Ом).

При нанесении покрытия оператор не должен работать в перчатках, изолирующих ладонь от заземленной рукоятки пистолета-распылителя.

Перед началом работы необходимо:

– осмотреть пистолет-распылитель и убедиться в его исправности, отсутствии внешних повреждений;

– надежно заземлить изделие и пистолет-распылитель, соединив его заземляющую клемму с шиной защитного заземления;

– засыпать порошок в смеситель (только в зоне действия вытяжной вентиляции);

– проконтролировать наличие принудительной вытяжной вентиляции в зоне напыления и в печах формирования покрытия для предотвращения образования взрывоопасных концентраций (ПДК) вредных выделений на рабочих местах.

По окончании работы необходимо:

– удалить остатки порошкового материала из смесителя;

– отключить подачу высокого напряжения;

– с помощью сжатого воздуха произвести удаление остатков порошкового материала с наружных поверхностей распылителя, из проходного канала пистолета-распылителя, с технологического оборудования и со стенок камеры напыления (не допускается применять сухую ветошь и щетки).

Общие сведения

Факторы, вызывающие развитие процессов коррозии, следующие:

– высокая относительная влажность воздуха;

– содержание агрессивных газов;

– колебания температуры;

– накопление пылевых и технологических отложений;

– действие дезинфицирующих растворов.

Существующие методы по предотвращению развития коррозионных процессов условно разделяются на методы воздействия на металл и методы воздействия на среду, а также их комбинации. Но по степени оказываемого антикоррозионного воздействия предпочтение оказывается методам воздействия на металл, заключающимся в нанесении покрытий постоянного действия со специальной электрохимической и химической обработкой поверхности металла. В связи с развитием промышленного производства новых материалов, особенно органического происхождения, повысился интерес именно к полимерным покрытиям. К группе органических помимо полимерных относятся также лакокрасочные и смазочные антикоррозионные покрытия.

Распространенная до настоящего времени технология использования систем покрытий с применением лакокрасочных материалов не всегда оправдывает себя как с экономической стороны, так и с

точки зрения срока службы получаемых покрытий. Поэтому упор необходимо делать на полимерных защитных материалах и технологиях их переработки как более перспективных и обладающих большими возможностями.

Возможность рекуперации порошка обеспечивает экологически безопасную технологическую процессу и сводит к минимуму (менее 1 %) технологические потери.

Нанесение тонкослойных покрытий, обладающих специальными свойствами, например, триботехническими, применимо для поверхностей деталей, испытывающих фрикционное взаимодействие. Предпочтение отдается деталям, работающим в условиях трения скольжения. Скорость и нагрузка в зоне трения при вращательном или поступательном движении контактирующих поверхностей должны быть незначительными (скорость до 0,5 м/с, нагрузка до 6–7 МПа, температура в зоне трения до 120 °С).

Способ переработки пластмасс в конечное изделие зависит от того, термопластичные или термореактивные полимеры будут использоваться для данных условий эксплуатации. Первые обладают свойством при многократном «нагревании – охлаждении» сохранять способность размягчаться, плавиться и вновь затвердевать. Вторые же при нагреве необратимо переходят в неплавкое состояние, связанное с образованием т. н. «сшитых» структур.

Напыление в псевдооживленном слое используется для формирования покрытий из однородных материалов.

Механизм псевдооживления используется при вихревом, вибрационном и вибровихревом способах формирования покрытий, в отличие от пневматического, центробежного и струйно-центробежного.

При **вихревом напылении** предварительно нагретое изделие окунают во взвихренный газом (в основном воздухом) слой порошка полимера. Послойно налипая и оплаваясь, частицы порошка образуют покрытия. К недостаткам способа относится сепарация частиц по высоте слоя. Кроме того, ряд полимерных порошков (фторопластовые) потоком газа невозможно перевести в псевдооживленное состояние. Преимущество способа в простоте используемого оборудования. Вихревое напыление рекомендуется при получении покрытий на деталях простой формы.

Вибрационное напыление во многом аналогично вихревому и отличается достижением псевдооживленного состояния порошка не воздействием потока газа, а за счет вибрации. Однако при виброоживлении также происходит сепарация частиц по размеру и плотности.

Вибрационное напыление в основном используется в комбинации с другими способами напыления.

Вибровихревое напыление основано на использовании слоя, оживленного одновременным воздействием вибрации и потока газа. Позволяет достичь большого расширения слоя, при этом исключая сепарацию частиц.

При **пневматическом нанесении** покрытия формируются с помощью пневматических распылителей. Практически отсутствуют ограничения на форму изделия.

При **центробежном напылении** порошок наносится на нагретое и вращающееся с высокой скоростью изделие.

Наиболее известен **струйно-центробежный** способ. За счет вращения достигается высокая равномерность толщины покрытия как по диаметру, так и по длине изделия. Способ применяют для нанесения покрытий на внутренние поверхности труб, подшипников, пазов роторов электрических машин.

Способы напыления предварительно заряженных частиц порошка на изделие основаны на использовании закономерностей электростатики и учитывают силы электростатического поля. Поэтому они позволяют наносить порошковые материалы без предварительного нагрева изделия. Способы электростатического напыления предъявляют ряд специальных требований к диэлектрическим свойствам напыляемых материалов, их плотности и размерам частиц. Поэтому желательно использование порошковых составов, предназначенных специально для электростатического напыления. Толщина покрытия составляет от 70 до 150 мкм.

При **пневмоэлектростатическом** распылении транспортировка заряженных частиц порошка к покрываемой поверхности, как правило, осуществляется за счет электрических сил поля высокого напряжения и принудительно подаваемого газового потока. Процесс нанесения непрерывный. Он включает операции зарядки частиц, их транспортировки к покрываемой поверхности и осаждения в виде слоя на изделие. Зарядка частиц порошка проводится по ионному механизму и контактной электризацией (сообщением телу электрического заряда). Средняя скорость движения частиц размерами менее 100 мкм в электрическом поле составляет 3–10 м/с. Осаждение при приближении отрицательно заряженных частиц к положительно заряженному (или заземленному) изделию происходит в результате взаимодействия сил электрических, гидродинамических, инерционных, сил тяжести. Метод позволяет создавать покрытия на

изделиях любой конфигурации и размеров. Значительно проще, по сравнению с вихревым напылением, здесь решается вопрос нанесения покрытия на отдельные участки изделия. Отрицательная сторона – высокая сложность оборудования.

При **напылении в ионизированном кипящем** слое заземленное не нагретое изделие окунают в кипящий заряженный слой порошка полимера. Способ имеет те же ограничения, что и вихревое напыление, и рекомендуется при нанесении покрытий на детали несложной конфигурации типа лент, а также корпусные детали простой формы.

Также выделяют комбинированные электростатические способы напыления, среди которых наиболее часто используется способ **напыления в облаке заряженных частиц**. Заземленное изделие помещают в облако частиц порошка, предварительно заряженных в ионизированном кипящем слое и распыленных сжатым воздухом. Частицы порошка, не осевшие на изделие, попадают в псевдооживленный ионизированный слой и вновь распыляются. Преимущества такого способа заключаются в увеличении коэффициента использования порошка и в упрощении системы его улавливания и возврата.

На использовании аналогичных принципов основан метод **получения покрытий в вакууме**. При этом заземленное изделие помещают в камеру с остаточным давлением 2,7 кПа. Затем в камеру подают порошок, а решетку подключают к источнику высокого напряжения. Происходит оседание порошкового материала на основе и формирование полимерного покрытия.

В группу методов, объединяющих напыление расплавленных частиц порошка на поверхность изделия, входят: газопламенное, плазменное и теплотуговое напыления, использующие в качестве энергии для расплавления частиц теплоту, возникающую в результате химического взаимодействия (а именно горения), и теплоту высокоэнергетических потоков, включая магнитную, электрическую и лучевую энергии.

Способ напыления порошков **газопламенным методом** заключается в расплавлении частиц полимерного порошка при пропускании его через пламя газовой горелки и последующем их нанесении в высокопластичном (вязкотекучем) состоянии на подогретую поверхность изделия. Предварительный нагрев изделий проводится в основном пламенем горелки (в случае незначительных размеров напыляемой поверхности) или объемным нагревом в печи (при больших

площади и, особенно, объеме детали). Скорость движения расплавленных частиц при напылении составляет 20–30 м/с. При ударе о поверхность изделия частицы растекаются под некоторым избыточным давлением, что положительно влияет на качество покрытий. Длительное пребывание частиц в высокотемпературной зоне может привести к деструкции полимера и искажению свойств покрытия.

Для напыления пригодны полимеры, которые при нагревании могут плавиться и переходить в жидкое или вязкотекучее состояние. Кроме того, полимеры должны обладать смачивающей способностью по отношению к обрабатываемой поверхности и в процессе напыления растекаться по ней с образованием сплошных покрытий. При этом не должны иметь место деструкция и окисление полимера. По гранулометрическому составу порошок из полимерных материалов должен иметь размеры 150–315 мкм. Для напыления применяют термопласты как в чистом виде, так и с различными наполнителями.

Плазменный метод заключается в разогревании частиц путем пропускания их через плазму – ионизированный поток газа с температурой 3500–10000 °С – и нанесении расплавленных частиц на поверхность изделия. Истечение плазменных струй из плазмотронов происходит с высокими скоростями (1000–2000 м/с), что обеспечивает ускоренное движение частиц порошка. Высокие температуры благодаря наличию среды инертного газа и короткому (менее 1 мс) времени пребывания порошка в плазме не вызывают деструкции полимера. При выходе из плазменной струи частицы разгоняются до 100–180 м/с. Тепловое взаимодействие с поверхностью изделия также кратковременно – частицы затвердевают за 1–10 мс.

Для плазменного напыления рекомендуют использовать порошки с размером частиц от 40 до 100 мкм. Толщина получаемых покрытий составляет 100–250 мкм и зависит от времени напыления и числа ходов. Покрытие отличается высокой степенью равномерности по толщине. В состав установок входят: плазменный распылитель, порошок питатель, трансформатор-выпрямитель постоянного тока и пульт управления.

Магнитный способ заключается в нанесении порошка на горячую деталь в зоне действия сильного магнитного поля напряженностью 16–150 кА/м и более. Под действием магнитного поля возникает направленная ориентация частиц и происходят структурные преобразования в пленке. В результате такого комплексного воздействия отмечается улучшение физико-механических свойств покрытий,

включая увеличение прочности на 25 %, твердости и износостойкости, снижение внутренних напряжений на 50 %.

Электроискровой способ. В искровом промежутке между изделием и коронирующим зарядом создается электростатическое поле напряженностью 500–30000 кВ/м. Под действием низковольтных электрических импульсов и электростатического поля полимерный материал наносится на поверхность с образованием равномерного покрытия. Преимущество – отпадает необходимость применения нагревательных устройств, возможно покрывать крупногабаритные изделия при автоматизации процесса нанесения.

Теплолучевой способ заключается в нанесении струйным методом полимерного материала при предварительном подогреве поверхности кварцевыми лампами или ТЭНами, смонтированными на распылителе. Недостаток – поверхность не всегда гладкая, требуется высокая квалификация рабочего.

Нанесение порошков в виде водной суспензии. Порошковые полимеры суспендируют в воде с добавлением водорастворимых катализаторов, ПАВ и других веществ, способных реагировать с металлической поверхностью. Полученную суспензию с содержанием сухого вещества наносят распылителем аналогично жидким краскам. При удалении воды и последующем нагревании мелкодисперсные частицы полимера образуют тонкое покрытие. В зависимости от природы пленкообразователя могут быть получены покрытия с разнообразными свойствами. Процесс взрывобезопасен, характеризуется хорошими условиями труда.

Технология нанесения полимерных материалов способом электростатического напыления включает:

- подготовительную стадию по проверке порошкового материала, подготовке поверхности покрываемого изделия, подготовке и проверке технологического оборудования;
- напыление порошкового материала на восстанавливаемую поверхность;
- формирование покрытия;
- контроль качества изделия.

Подготовительная стадия

Выбор и проверка порошкового полимерного материала на соответствие эксплуатационным требованиям, предъявляемым к готовому изделию. При несоответствии показателей влажности

и дисперсности требованиям технических условий порошок для напыления дополнительно сушат и просеивают через сито с номером сетки 0315 по ГОСТ 3584–73.

Разновидности порошковых красок:

- эпоксидные;
- эпоксидно-полиэфирные;
- полиэфирные;
- полиуретановые.

Оптимальное сочетание хороших физико-механических и электроизоляционных свойств – основное достоинство эпоксидных порошковых красок. Покрытия на их основе отличаются исключительно высокой адгезией, механической прочностью и химической стойкостью. Хорошая стойкость к щелочам и кислотам, алифатическим и ароматическим углеводородам, маслам, топливу, воде позволяют использовать эпоксидные порошковые краски для наружной и внутренней защиты магистральных трубопроводов. Можно получить покрытия толщиной до 500 мкм с одинаково хорошими твердостью, эластичностью и ударной прочностью. Существенными недостатками эпоксидных покрытий являются их ограниченная атмосферостойкость и склонность к пожелтению из-за перегрева в печи отверждения, особенно если она обогревается газом.

Если к порошковому покрытию не предъявляются повышенные антикоррозийные требования или не требуется устойчивость к действию растворителей, эпоксидные порошки заменяют эпоксиполиэфирами (применяется сочетание эпоксидной и полиэфирной смол), которые получили название гибридных порошков. Эпоксиполиэфиры с различным соотношением эпоксид/полиэфир используются для отделки предметов домашнего обихода, металлической, садовой, офисной, медицинской и школьной мебели, спортивных снарядов, торгового, осветительного и электрооборудования и др. Большим спросом эпоксиполиэфиры пользуются благодаря высоким декоративным качествам покрытий на их основе. Современная технология получения порошковых красок позволила не только расширить цветовую гамму покрытий, но и добиваться различной фактуры покрытия.

Полиэфирные покрытия отличаются прежде всего атмосферостойкостью, механической прочностью и повышенной стойкостью к стиранию. По атмосферостойкости покрытий полиэфирные краски не уступают никакому другому порошковому материалу. Диэлектрические показатели близки к показателям эпоксидных покрытий.

Однако щелочестойкость полиэфирных покрытий низка. Обычно используют покрытия толщиной 60–120 мкм. Они обладают высоким глянецом и хорошей адгезией к металлам, в том числе и к легким сплавам.

Максимальная толщина покрытия на основе полиуретановых порошковых красок составляет 100 мкм. Полиуретановые покрытия характеризуются устойчивым блеском, обладают водо- и атмосферостойкостью, стойкостью к жидкому топливу, минеральным маслам, растворителям. Их применяют для защиты изделий, подвергающихся трению, абразивному износу, некоторых видов химического оборудования и емкостей для хранения жидких и газообразных химических веществ. Они также пригодны в качестве грунта при нанесении др. порошковых красок (эпоксидных, полиакриловых и т. п.).

Подготовка поверхности покрываемого изделия. Поверхности, подлежащие окрашиванию, не должны иметь заусенцев, острых кромок радиусом менее 0,3 мм, нарушений сплошности металла в виде раковин, кратеров, трещин и др. Для устранения дефектов поверхности изделия допускается использовать полиэфирную шпатлевку ПЭ-0889 или эпоксидный компаунд следующего состава: эпоксидная смола – ЭД-20 100 г; полиэтиленполиамин (ПЭПА) – 12–14 г (или отвердитель – АФ-2 30 г); олигоэфиракрилат – МГФ-9 20 г; порошковый материал – 50–100 г.

Отверждение компаунда с ПЭПА производят:

- при температуре 20 ± 5 °С – в течение 24 часов;
- при температуре 70 ± 5 °С – в течение 5 часов.

Отверждение компаунда с АФ-2 производят:

- при температуре 20 ± 5 °С – в течение 2–3 часов;
- при температуре 60 ± 5 °С – в течение 1–1,5 часов.

Сварные и паяные швы должны быть зачищены. Неровности сварных и паяных швов допускаются в тех случаях, когда к покрытию не предъявляются требования декоративности.

Для удаления газов литья металлические изделия перед окрашиванием прокаливают при температуре не ниже 250 °С в течение 30–60 мин и охлаждают до температуры не ниже 40 °С.

Места, не подлежащие нанесению покрытий, защищают с применением следующих материалов: фольги алюминиевой по ГОСТ 618–73, кремнийорганической резины, защитных конструкций из металла, керамики, фторопластов, ленты клеевой на бумажной основе марки Г по ГОСТ 18251–87, ленты изоляцион-

ной по ГОСТ 16214–86, кремнийорганических компаундов. Допускается использование термостойких легкоосъемных лаков (например, силиконовых ПС-40).

Поверхность изделия (металла) должна быть чистой, сухой, без окалины и ржавчины, без жировых и других загрязнений. Степень очистки металлической поверхности от окислов – 2, степень обезжиривания – первая по ГОСТ 9.402–80.

Механическую очистку (дробеструйная, пескоструйная, шлифовальная и др.) производят при наличии на поверхности изделия окалины, окислов, ржавчины. Обработке подлежат изделия простой формы с толщиной стенок более 2 мм. Изделия с толщиной стенок менее 2 мм при механической обработке могут деформироваться. Для механической очистки в качестве абразивов используют кварцевый песок, металлический песок и др. Механическая очистка увеличивает шероховатость поверхности до Ra 2,5–10 мкм, что улучшает адгезию покрытий. После механической обработки поверхность изделия необходимо обдуть сжатым воздухом для удаления пыли.

В качестве обезжиривающих материалов используют водные щелочные растворы или органические растворители. Обработку в водных щелочных растворах типа КМ, МС, лабомид-203 или др. производят при температуре 60–80 °С в течение 2–20 мин (погружение в раствор или другие методы). После обработки в обезжиривающих растворах изделия промывают водой с температурой 20–40 °С и сушат при температуре 60–80 °С до удаления влаги. Для обезжиривания в органических растворителях используют тетрахлорэтилен (для черных металлов), трихлорэтилен (для цветных металлов), уайт-спирит (для всех металлов). Обработку производят в жидкой фазе (погружение, протирка) или в паровой фазе (в установках). Затем производится сушка при температуре 18–25 °С в течение 10 мин или при температуре 40–60 °С в течение 30 мин.

Первая степень обезжиривания по ГОСТ 9.402–80:

- При проверке методом смачиваемости: время до разрыва пленки воды на изделии составляет более 30 с.
- При капельном методе: отсутствует масляное пятно на фильтровальной бумаге.
- При испытании методом протирки: нет явно выраженного темного пятна на салфетке.

Травление производят в растворах кислот и щелочей (соляной, серной, ортофосфорной, едкого натра и др.) при наличии на

поверхности изделий из черных и цветных металлов окислов, продуктов коррозии, окалины. Обработке подлежат изделия любой формы, при этом обеспечивается удаление окислов из труднодоступных мест (отверстий, пазов и др.). Травлению подвергают изделия, предварительно очищенные от механических и жировых загрязнений.

Для черных металлов используют серную, соляную и ортофосфорную кислоты с концентрацией 150–200 г/л. Процесс травления проводят при температуре 50–80 °С, время обработки погружением в ванну – 15–30 мин, при струйной обработке время сокращается до 5 мин.

Алюминий и алюминиевые сплавы травят в растворе едкого натра (NaOH) с концентрацией 40–60 г/л при температуре раствора 50–60 °С, время обработки погружением в ванну – до 2 мин.

Медь и медные сплавы травят в серной кислоте с концентрацией 150–200 г/л при температуре 15–30 °С, время обработки погружением – 1–20 мин (зависит от степени окисленности).

После травления изделия подлежат промывке, последовательно горячей (60–70 °С) и холодной водой. Остаточную кислоту нейтрализуют в 1–2 % растворе кальцинированной соды. Сушат изделия при температуре 60–80 °С в течение 20–30 мин.

Подготовка технологического оборудования. Включает контроль и обеспечение следующих элементов: включение и функционирование вытяжной вентиляции, автоматическое поддержание температурно-временного режима печи, наличие сжатого воздуха в системе.

Подготовка напылителя заключается в его внешнем осмотре на отсутствие повреждений, подключении блока питания к пневмосети или к компрессору через влагомаслоотделитель.

Сжатый воздух, применяемый для получения покрытий, должен соответствовать второй группе по ГОСТ 9.010–80:

- температура сжатого воздуха на входе в напылитель – 15–30 °С;
- содержание в сжатом воздухе влаги и минеральных масел в виде капель не допускается;
- содержание твердых частиц – не более 2 мг/м³;
- паров влаги – не более 700 мг/м³ (или 580 мг/кг);
- паров минеральных масел – не более 3 мг/м³.

После подключения напылителя к блоку питания необходимо заземлить высоковольтный кабель и включить блок в сеть 220 В.

Операцию получения покрытий проводят при температуре окружающего воздуха 15–30 °С и относительной влажности не более 80 %.

Дефекты покрытия и способы их устранения

Дефект	Причина образования	Способ устранения
Включения	Наличие крупнодисперсной фракции порошкового материала	Просеять материал или заменить его
Шагрень	Низкая температура формирования покрытия	Повысить температуру формирования покрытия
Отсутствие покрытия на отдельных участках	Повышенное давление на входе в напылитель	Снизить давление на входе в напылитель до 0,5 кгс/см ²
	Экранирование отдельных участков изделия технологической подвеской	Изменить конструкцию технологической подвески
Недостаточная толщина покрытия	Нарушена технология окрашивания	Отработать технологию окрашивания
Поры	Газовыделение из литых деталей	Перед окрашиванием выдержать при температуре не ниже 250 °С в течение 30 мин и охладить до температуры не ниже 40 °С
Кратеры	Несоответствие материала требованиям ТУ	Заменить материал
Трещины	Низкая температура формирования, недостаточное время формирования покрытия	Отрегулировать температуру и время формирования покрытия
Потеки (разнотолщинность)	Нанесение утолщенного слоя, повышенная температура формирования покрытия	Отрегулировать оборудование, снизить температуру
Изменение цвета	Повышенная температура формирования покрытия или повышенное время формирования	Отрегулировать температурно-временной режим формирования покрытия

Нанесение порошкового материала на восстанавливаемую поверхность

Напыление рекомендуется производить в последовательности:

- закрепить окрашиваемое изделие на технологическом приспособлении (подставке, подвеске) и поместить в камеру напыления;
- заземлить изделие и пистолет-распылитель;
- установить давление 0,4–0,6 МПа;
- установить расстояние между соплом пистолета и поверхностью изделия порядка 300–400 мм;
- перемещая распылитель, добиться максимального осаждения порошка на поверхность изделия;
- передать напыленное изделие на операцию формирования покрытия.

Формирование покрытия

При формировании покрытия выполняются следующие действия:

- установить напыленное изделие в технологическое приспособление, не допуская нарушения порошкового покрытия, и поместить в печь для оплавления;
- в соответствии с паспортной документацией на полимер настроить и автоматически выдерживать температурно-временные режимы оплавления и полимеризации;
- в случае необходимости получения многослойного покрытия после оплавления провести повторное напыление. Операции повторять до получения требуемого значения толщины покрытия;
- охладить на воздухе.

Контроль качества

Контроль качества покрытия проводят не ранее, чем через 3 часа после формирования покрытия, если нет других указаний в ТУ на порошковую краску (табл. 7.13).

Контроль качества внешнего вида (цвет, класс) покрытий проводят визуально при дневном или искусственном рассеянном свете,

сравнивая покрытие с эталоном или контрольным образцом, утвержденным в установленном порядке.

Класс покрытия оценивают в соответствии с ГОСТ 9.032–74.

Толщину покрытия определяют толщиномерами: МТ-41 НЦ (ТУ 25-06.2500-83), ВТ-10 НЦ (ТУ 25-06.2501-83), ВТ-30 Н (ТУ 25-06.1688-78) и др.

Электроизоляционные или защитные покрытия на изделии дополнительно контролируют на сплошность покрытия. Сплошность покрытия определяют разрушающим методом: на участке 2–3 мм² удаляют покрытие до металла, изделие погружают в электролит так, чтобы участок без покрытия был выше уровня электролита. Один электрод, подсоединенный к источнику тока, погружают в электролит, другим касаются очищенного участка изделия. Наличие тока в цепи указывает на нарушение сплошности покрытия.

Сопротивление изоляции для электроизоляционных покрытий контролируют мегомметром с номиналом, необходимым для проверяемого класса изоляции.

Адгезию покрытия определяют одним из методов, установленных ГОСТ 15140–78: отслаивания, решетчатых надрезов, параллельных надрезов.

Эластичность покрытия при изгибе меряют по ГОСТ 6806–73.

Прочность покрытия при ударе определяют по ГОСТ 4765–73.

Предел прочности покрытия при растяжении определяют по ГОСТ 18299–72.

Порядок выполнения работы

Изучить требования по технике безопасности.

Ознакомиться с оборудованием рабочего места.

Подготовить детали к восстановлению.

Определить режимы напыления и настроить пистолеты-распылители (ТСН-9, ЭСН-3.2) в соответствии с рекомендуемыми технологическими значениями параметров.

Последовательно произвести нанесение полимерного покрытия на восстанавливаемую поверхность с использованием пистолетов-распылителей ТСН-9 и ЭСН-3.2, включая термообработку, выдержку и охлаждение до получения требуемого качества покрытия.

Снять деталь.

Произвести контроль качества полученного покрытия, при необходимости исправить его состояние до требуемого.

Убрать рабочее место.

Оформить отчет и сдать преподавателю.

Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать: наименование и цель лабораторной работы, анализ конструкции, условий работы и дефектов предполагаемой к восстановлению детали, технологический процесс восстановления методом электростатического напыления порошковых полимерных материалов, требования к технологическому процессу и технологические режимы выполнения операций.

Анализ конструкции, условий работы и дефектов должен быть выполнен по форме:

- наименование детали;
- материал основы;
- тип коррозионного разрушения;
- условия работы;
- вид и характер дефекта;
- эскиз детали с указанием местонахождения дефекта и размеров области разрушения;
- вид назначенного полимерного покрытия, его характеристики;
- технологический процесс нанесения.

Контрольные вопросы

1. Назначение и область применения в ремонтном производстве покрытий из полимерных материалов. Их преимущества и недостатки.
2. Раскройте сущность способа электростатического напыления полимерных материалов.
3. Что общего и каковы основные отличия при использовании трибо-электрического и электростатического напылителей?
4. Какие операции включает технологический процесс электростатического нанесения полимерных покрытий, каково их содержание?
5. Изложите особенности требований по технике безопасности при работе с порошковыми полимерными материалами и оборудованием для напыления.

Оснащение рабочего места

8. ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ БЫСТРОИЗНАШИВАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Цель и задачи работы

Цель работы – закрепить теоретические знания и получить практические навыки по применению наплавочных твердых сплавов для восстановления и упрочнения деталей сельскохозяйственной техники.

Студент должен знать основные наплавочные твердые сплавы, применяемые для упрочнения деталей сельхозмашин; их состав, характеристику и рекомендации, область применения; способы нанесения твердых сплавов; технологические процессы наплавки твердых сплавов.

Студент должен уметь аргументированно обосновывать применение твердых сплавов; разрабатывать технологический процесс нанесения твердых сплавов на поверхность изделия.

Задание на выполнение работы

Ознакомиться с оборудованием для проведения лабораторной работы.

Разработать технологический процесс на один из способов нанесения твердого наплавочного сплава.

Осуществить нанесение твердых сплавов на рабочих постах.

Произвести замер твердости наплавленного слоя и дать характеристику микроструктуры после просмотра шлифов на металлографическом микроскопе.

Произвести лабораторные и стендовые испытания образцов и деталей на абразивную износостойкость.

Оформить и защитить отчет о лабораторной работе.

1. Контрольно-испытательное оборудование:
 - стол канцелярский;
 - твердомер ТК-2;
 - металлографический микроскоп МИМ-7М;
 - машина для испытаний на износ;
 - весы аналитические ВЛ-200;
 - образцы;
 - микрометры;
 - альбом с фотографиями микроструктур наплавленных твердых сплавов;
 - штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166–80;
 - микрометр МК-50 ГОСТ 6607–78;
 - установка для стендовых испытаний на износостойкость.
2. Пост газовой наплавки:
 - стол для сварочно-наплавочных работ с вытяжным зонтом;
 - стул;
 - ацетиленовый генератор ГВР-1,25;
 - баллоны с кислородом;
 - горелка для газовой наплавки;
 - обдирочно-шлифовальный станок 3М634;
 - щетка металлическая;
 - молоток слесарный;
 - твердый сплав;
 - флюс;
 - защитные очки.
3. Пост дуговой наплавки:
 - стол для сварочно-наплавочных работ с вытяжным зонтом;
 - коврик резиновый;
 - источник питания постоянного (переменного) тока ВД-502 (ТД-300 или ТД-500);
 - обдирочно-шлифовальный станок 3М634;
 - щетка металлическая;
 - молоток слесарный;
 - электроды, твердый сплав;
 - прорезиненные фартуки;
 - защитные щитки.
4. Пост индукционной наплавки:
 - высокочастотная установка ЛГЗ-67;

- резиновый коврик;
- сушильный шкаф;
- твердый сплав, флюс;
- защитные очки.

5. Пост наплавки намораживанием:

- индукционная сталеплавильная тигельная установка ГЛСТ-0,06 в комплекте с генератором;
- огнеупорный тигель ТГ-20;
- электрическая нагревательная печь с карбидокремниевыми нагревателями;
- тигли из жаропрочного чугуна для плавки флюса;
- манипулятор;
- высокочастотная установка ЛГЗ-67;
- контрольно-измерительная аппаратура для контроля температуры;
- резиновые коврики;
- защитные очки;
- твердый сплав, флюс;
- водный раствор мела;
- кисть.

6. Пост газопорошковой наплавки:

- стол сварщика;
- стул;
- горелка ГН-2;
- шланги;
- редукторы БК050-5, БКО-5;
- баллон для пропана 40-150У;
- баллон с кислородом;
- набор слесарного инструмента;
- защитные очки;
- твердый сплав.

Техника безопасности

Необходимо ознакомиться с оборудованием и безопасными методами его эксплуатации. Практическая работа должна выполняться под руководством преподавателя или учебного мастера.

Перед началом работы на постах дуговой, индукционной наплавки и наплавки намораживанием необходимо проверить надежность заземления источников электрического тока и наличие резиновых ковриков.

Во время выполнения работы следует пользоваться приемами безопасности труда, указанными в инструкциях на рабочих постах.

Работы, связанные с наплавкой твердых сплавов, нужно выполнять в спецодежде, в защитных очках или защитных щитках.

Общие сведения

Важным резервом ремонтно-обслуживающего производства являются дальнейшее увеличение объемов восстановления изношенных деталей и упрочнение изделий при их изготовлении. Основу решения этой задачи составляют достижения научно-технического прогресса.

Практика показывает, что для многих сельскохозяйственных машин технический ресурс еще не удовлетворяет современным требованиям надежности. Одна из причин – низкий ресурс деталей рабочих органов. Повышение ресурса этих изделий позволяет сэкономить материальные, энергетические средства, повысить производительность труда.

С учетом передового опыта ремонтного производства можно утверждать, что без применения наплавочных твердых сплавов невозможно существенно повысить ресурс восстанавливаемых деталей.

Эффективность применения твердосплавного покрытия определяется его составом и структурным состоянием, соответствием их условиям эксплуатации. Во время наплавки твердых сплавов за счет большего процентного содержания легирующих элементов: хрома, кремния, бора, марганца и др. (в зависимости от марки) – образуется разнообразная гамма карбидов хрома, бора и др., которые повышают износостойкость наплавленного слоя.

Применение твердых сплавов при восстановлении и упрочнении деталей сельскохозяйственных машин позволяет создать наплавленный слой необходимой толщины и химического состава с разнообразными физико-механическими свойствами, повысить ресурс деталей в 1,5–3 раза и более.

Наплавочные твердые сплавы выпускают в виде порошковых механических смесей, прутков, стержневых электродов, порошкообразных лент и проволоки. Наплавочные твердые сплавы представляют собой высоколегированные чугуны. Основными элементами для легирования являются хром, кремний, бор, марганец.

В ремонтном производстве применяют порошки ПГ-С27, ПГ-С1, ПГ-УС25, ПГ-ФБХ6-2.

К порошкообразным смесям относятся сталинит (УС-25), вокар, шихта С-2М, КБХ, ВИСХОМ-9 и т. д.

Сталинит состоит из 37,7 % феррохрома, 10,8 % ферромарганца, 47,1 % чугунного порошка, 4,4 % нефтяного кокса.

Вокар – механическая смесь измельченного вольфрама с углеродом. В зависимости от наличия в расплаве карбидов вольфрама можно получить твердость наплавленного металла от 56 до 65 HRC. Износостойкость поверхности, наплавленной вокаром, в 1,2–1,5 раза выше, чем наплавленной сталинитом.

Шихта ВИСХОМ-9 – механическая смесь, состоящая из порошка серого чугуна (74 %), ферромарганца (15 %), графита и жидкого стекла.

Смеси БХ и КБХ соответственно включают 50 % бориды хрома и 30 % карбиды хрома. Твердость наплавленной поверхности – 58–65 HRC.

Трубчатые электроды – релиты ТЗ-1, ТЗ-2, ТЗ-3 и ТЗ-4 – изготавливают путем сворачивания в трубку стальной ленты и заполнения внутренней полости порошкообразной шихтой (сталинит, ферромарганец, феррохром и т. д.).

Порошки в зависимости от их гранулометрического состава бывают четырех классов: крупный (К), средний (С), мелкий (М) и очень мелкий (ОМ). Выбор зернистости порошков следует осуществлять с учетом технологии их нанесения.

Область применения. Твердые сплавы наплавляют на детали, рабочие поверхности которых подвергаются интенсивному износу. При выборе материала и способа его нанесения для повышения ресурса детали необходимо учитывать следующие факторы:

- условия работы детали: давление на рабочую поверхность, скорость относительного перемещения, ударные нагрузки и их уровень;
- материал детали, химический состав и физико-механические свойства;
- геометрические размеры и конфигурацию рабочей поверхности детали;
- величину и характер износа, возможность многократного использования основы детали;
- возможность исключения механической обработки;
- экономичность работ;
- характер производства: единичное, серийное, крупносерийное или массовое;
- невозможность решения задачи традиционными способами.

Типовыми представителями являются: лемеха плугов, лапы культиваторов, полевые доски, ножи плоскорезов, клапаны, зубья ковшей экскаваторов и др. Твердые сплавы наплавляют в основном на стальные детали (сталь 45, 65Г, 70Г, Л153, ст 5 и т. п.).

Флюсы. Для обеспечения монолитного сплавления при наплавке твердых сплавов с материалом детали необходимо проведение активации наплавляемой поверхности. Активация осуществляется с применением флюса и нагрева изделия. Температура активации в значительной мере определяется свойствами применяемого флюса. Температура плавления флюса должна быть ниже температуры плавления твердого сплава, а температура испарения превышать температуру расплавленного сплава. Используемые флюсы должны обладать большой скоростью раскисления наплавленного металла, улучшать теплоотдачу от основного металла и предотвращать взаимодействие жидкой ванны с окружающей средой.

Кроме того, флюс должен:

- качественно удалять окисные пленки и хорошо растекаться по поверхности, образуя сплошной слой, защищающий ее от последующего окисления;
- уменьшать поверхностное натяжение расплавленного сплава, способствовать полному смачиванию поверхности детали;
- быть экологически чистым.

Наиболее полно данному комплексу требований отвечают флюсы на основе буры.

Для наплавки твердых сплавов можно рекомендовать плавленые флюсы следующих составов.

Для дуговой и газовой наплавки:

- бура – 50 %, борная кислота – 50 %;
- бура – 100 %;
- бура обезвоженная – 50 %, борный ангидрид – 50 %;
- бура – 50 %, двууглекислый натрий – 47 %, кремнезем – 3 %.

Для индукционной наплавки:

- борная кислота – 60,4 %, бура техническая – 34 %, силикокальций – 5,6 %;
- борный ангидрид – 58,5 %, бура обезвоженная – 29,3 %, силикокальций – 12,2 %.

При наплавке псевдосплавов ПС-14-80, ПС-14-60, ПС-15-30, ПС-16-50 необходимо во флюс добавлять до 10 % фтористого кальция. Для улучшения шлакоотделения добавляется флюс АН-348.

Для наплавки намораживанием рекомендуется флюс, состоящий из 60 % борного ангидрида и 40 % буры обезвоженной.

Твердые сплавы на поверхность детали могут быть нанесены: газовой наплавкой, дуговой плавящимся и неплавящимся электродом, индукционной, наплавкой намораживанием и др.

Газовая наплавка

При ручной газовой наплавке ацетиленокислородным пламенем в качестве присадочных материалов используют литые прутки на основе железа или кобальта, трубчато-зернистого релита и др. Применяют восстановительное пламя. Наплавка производится с предварительным подогревом поверхности детали до 400–700 °С. После наплавки необходимо медленное охлаждение детали, чтобы предотвратить образование трещин. Для удаления окисных пленок с наплавляемой поверхности детали применяется флюс.

Газовая наплавка позволяет достичь производительности до 3,0 кг/ч. Рекомендуется применять этот способ нанесения твердых сплавов в основном для тонкостенных и малогабаритных деталей (рабочая часть лап культиваторов и лемехов, изношенные поверхности вилок переключения передач, коромысел, рычагов выключения муфты сцепления и т. п.).

Ручная дуговая наплавка

При ручной дуговой наплавке плавящимся электродом применяют электроды ЭН-ИТС-01, прутки на основе железа или кобальта, трубчато-зернистого релита. Наплавку ведут на постоянном токе прямой полярности или переменном токе.

При ручной дуговой наплавке неплавящимся электродом в качестве присадочного материала могут быть использованы порошки, порошковые смеси, литые прутки на основе железа или кобальта. Электродная дуга горит между неплавящимся электродом (графитовым стержнем) и поверхностью детали. Присадочный материал – твердый сплав, его вносят в зону горения дуги: например, для порошковых материалов – путем нанесения их на наплавляемую поверхность слоем толщиной 1,5 мм.

Индукционная наплавка

Индукционная наплавка деталей производится с помощью токов высокой частоты. Шихту, состоящую из смеси порошка твердого сплава и флюса, наносят на наплавляемую поверхность. Затем

деталь вместе с шихтой нагревают в поле индуктора высокочастотной установки до полного расплавления шихты.

Наплавочные материалы должны отвечать определенным требованиям индукционного нагрева: магнитная проницаемость минимальна; температура плавления на 150–200 К меньше, чем основного металла. Такими свойствами обладают ПГ-С1, ПГ-С27, псевдосплавы и их смеси. На плоские детали индукционная наплавка позволяет наращивать покрытия толщиной 0,3–2,5 мм. Индукционная наплавка лемехов, лап культиваторов твердыми сплавами повышает их ресурс в 2–3 раза. При этом может обеспечиваться самозатачивание режущих кромок по мере износа режущей части деталей.

С целью повышения качества наплавленного слоя применяется технология индукционной наплавки путем нанесения шихты на предварительно подогретую до 1000–1050 °С поверхность изделия. Нанесение шихты на подогретую поверхность заметно уменьшает структурную и химическую неоднородность.

Индукционная наплавка позволяет достигать производительности 1–20 кг/ч.

Наплавка намораживанием, погружением в расплав

Основными технологическими операциями наплавки намораживанием являются: плавка износостойкого твердого сплава, поддержание требуемого уровня и температуры расплава в тигле; плавка флюса, поддержание требуемого уровня и технологической температуры расплава флюса; нагрев и очистка поверхности от окисных пленок путем выдержки в расплаве флюса; погружение в расплав твердого сплава, выдержка 0,8–1,2 с; извлечение из расплава и охлаждение на воздухе.

Наплавка намораживанием характеризуется высокой производительностью и экономичностью. Между наплавленным слоем и основным металлом достигается монолитное соединение.

Газопорошковая наплавка

Сущность способа состоит в том, что присадочный порошковый сплав подается в зону наплавки через пропано-кислородное пламя наплавочной горелки. Подача порошка твердого сплава в зону наплавки через пламя горелки осуществляется из питающего бункера, соединенного с горелкой гибким шлангом. Порошок в смеси с воз-

духом подается в смесительную камеру за счет разрежения, создаваемого струей кислорода. Применение пропана вместо ацетиленов позволяет осуществить замедленный равномерный нагрев детали. Зона термического влияния незначительная.

При подготовке изделия к восстановлению или упрочнению поверхность очищают и придают ей требуемую шероховатость. Положительный результат дает последующая обработка наплавляемой поверхности флюсом. Режим наплавки: давление кислорода по манометру 0,5 МПа, давление пропана 0,023 МПа. Расстояние между мундштуком горелки и поверхностью детали в процессе наплавки изменяют от 60 до 20 мм.

Перед подачей порошка горелку размещают на расстоянии 40–60 мм от поверхности детали. Равномерными круговыми движениями горелки наносят слой твердого сплава, после чего подачу порошка прекращают, а горелку приближают к поверхности детали на 20–30 мм, оплавливают и «разглаживают» наплавленный слой.

Порядок выполнения работы

Изучить правила техники безопасности на рабочем месте и расписаться в журнале.

Ознакомиться с оборудованием, приспособлениями.

Подготовить детали к наплавке.

Произвести наплавку твердых сплавов различными способами.

Определить качество наплавленного слоя.

Измерить твердость образцов, наплавленных разными твердыми сплавами и способами наплавки.

Произвести испытание образцов на износостойкость.

Изучить микроструктуру, дать ее характеристику, зарисовать.

Разработать технологический процесс на один из способов упрочнения твердыми сплавами (по заданию преподавателя).

Сдать отчет о работе.

Отчет о работе

Отчет о работе должен содержать: наименование и цель лабораторной работы, анализ конструкции, условий работы и дефектов предполагаемой к восстановлению детали, технологический процесс восстановления, требования к технологическому процессу и технологические режимы выполнения операций, результаты

испытаний образцов на износостойкость, анализ микроструктуры полученного покрытия.

Контрольные вопросы

1. Назовите твердые сплавы, рекомендуемые для упрочнения и восстановления деталей рабочих органов сельхозмашин.
2. Назовите способы нанесения твердых сплавов.
3. В чем заключаются преимущества использования твердых сплавов?
4. Назовите детали сельхозмашин, которые рекомендуется упрочнять твердыми сплавами.
5. В чем заключается сущность наплавки намораживанием?
6. Какие флюсы применяют при газовой наплавке твердых сплавов?
7. В чем заключается механизм упрочнения деталей твердыми сплавами?
8. Какие составляющие микроструктуры повышают износостойкость деталей, упрочненных твердыми сплавами?
9. Какими способами можно наплавить трубчато-зернистый релит?
10. Приведите химсостав электродов ЭН-ИТС-01.
11. В чем заключается сущность индукционной наплавки?
12. Какое оборудование применяют при дуговой наплавке твердых сплавов?
13. Какие требования предъявляются к качеству слоя, наплавленного твердыми сплавами?
14. Назовите безопасные приемы труда при дуговой наплавке твердых сплавов.
15. Перечислите оборудование рабочего места для газовой наплавки твердых сплавов.
16. Перечислите оборудование рабочего места для дуговой наплавки твердых сплавов.
17. Как обосновывается режим дуговой наплавки твердых сплавов?
18. Какие факторы учитываются при выборе и применении твердых сплавов для повышения ресурса деталей?

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеев, М. В. Технология ремонта машин и оборудования : учеб. пособие / М. В. Авдеев, Е. Л. Воловик, И. Е. Ульман. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 246 с.
2. Акулов, А. И. Технология и оборудование для сварки плавлением : учебник для студентов вузов / А. И. Акулов [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1977. – 432 с.
3. Альбом технологических карт на ремонт деталей тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин полимерными материалами для мастерских колхозов и совхозов. – Москва : ГОСНИТИ, 1970. – 110 с.
4. Балабанов, А. Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя / А. Н. Балабанов. – Москва : Издательство стандартов, 1992. – 461 с.
5. Бетеня, Г. Ф. Повышение долговечности почворезущих элементов сельскохозяйственной техники наплавкой намораживанием / Г. Ф. Бетеня. – Минск : БэлНИИТИ, 1986. – 44 с.
6. Богатков, Л. Г. Защита химического оборудования неметаллическими покрытиями / Л. Г. Богатков [и др.]. – Москва : Химия, 1989. – 287 с.
7. Вепринцев, В. И. Наплавочные материалы, выпускаемые торезским заводом наплавочных твердых сплавов / В. И. Вепринцев. – Донецк, 1984. – 32 с.
8. Воловик, Е. Л. Справочник по восстановлению деталей / Е. Л. Воловик. – Москва : Колос, 1981. – 354 с.
9. Восстановление деталей машин : справочник / под ред. В. П. Иванова. – Москва : Машиностроение, 2003. – 672 с.
10. ГОСТ 2.604–2000. ЕСКД. Чертежи ремонтные. Общие требования. – Москва : Издательство стандартов, 2001. – 8 с.
11. Ивашко, В. С. Защитные коррозионностойкие покрытия : учеб. для студ. вузов / В. С. Ивашко [и др.]. – Минск : Бестпринт, 1996. – 116 с.
12. Канарчук, В. Е. Восстановление автомобильных деталей / В. Е. Канарчук, А. Д. Чигринцев, О. Л. Голик. – Москва : Транспорт, 1995. – 303 с.

13. Комаров, Г. В. Соединения деталей из полимерных материалов : учеб. пособие / Г. В. Комаров. – Санкт-Петербург : Профессия, 2006. – 592 с.

14. Кондратьев, Е. Т. Восстановление наплавкой деталей сельскохозяйственных машин : для сред. ПТУ / Е. Т. Кондратьев, В. Е. Кондратьев. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 92 с.

15. Кракович, Г. А. Напыление порошковых полимерных и олигомерных материалов / Г. А. Кракович, К. Г. Бескоровайный ; под ред. В. А. Брагинского. – Ленинград : Химия, 1980. – 112 с.

16. Кричевский, М. Е. Применение полимерных материалов при ремонте сельскохозяйственной техники / М. Е. Кричевский. – Москва : Росагропромиздат, 1988. – 144 с.

17. Кряжков, В. М. Надежность и качество сельскохозяйственной техники / В. М. Кряжков. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 335 с.

18. Молодык, Н. В. Восстановление деталей машин : справочник / Н. В. Молодык, А. С. Зенкин. – Москва : Машиностроение, 1989. – 480 с.

19. Надежность и ремонт машин : учеб. для студ. вузов по агроинж. спец. / под ред. В. В. Курчаткина. – Москва : Колос, 2000. – 776 с.

20. Нормативы времени на разборочно-сборочные и ремонтные работы. – Ч. 1, 2. – Москва : ГОСНИТИ, 1989.

21. Обработка металлов резанием : справ. технолога / под общ. ред. А. А. Панова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 2004. – 784 с.

22. Одинцов, Л. Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием : справочник / Л. Г. Одинцов. – Москва : Машиностроение, 1987. – 327 с.

23. Практикум по организации ремонтно-обслуживающего производства АПК / В. П. Миклуш [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2002. – 276 с.

24. Практикум по организации ремонтно-обслуживающего производства в АПК : учеб. пособие / под. общ. ред. В. П. Миклуша. – Минск : БГАТУ, 2003. – 276 с.

25. РД 10.20.0002.010–85. Восстановление корпусных деталей сельскохозяйственных машин с применением анаэробных материалов. – Москва : Ремдеталь. – 13 с.

26. Ремонт машин : учеб. для студ. вузов по агроинж. спец. / под ред. И. Ф. Тельнова. – Москва : Агропромиздат, 1992. – 560 с.

27. РТМ 10.16.0001.001–67. Ремонт зубчатых переключаемых передач осевой коррекции. – Москва : ГОСНИТИ 1988. – 13 с.

28. РТМ 10.16.0002.041-88. Технологические режимы механизированной сварки корпусных и базовых деталей из алюминиевых сплавов / Гос. агропром. ком. СССР, ВНИИВИД ВНПО «Ремдеталь». – Москва : ГОСНИТИ, 1988.

29. РТМ 70. 0001. 057–83. Ремонт корпусных деталей с трещинами постановкой фигурных вставок. РТМ 70. 0001. 057–83. – Москва : ГОСНИТИ, 1984. – 15 с.

30. Руководство по ремонту деталей в мастерских колхозов, совхозов и ремонтно-технических предприятий РАПО. – Москва : ГОСНИТИ, 1987. – 80 с.

31. Силуянов, В. П. Прогрессивные способы восстановления деталей машин / В. П. Силуянов, В. А. Надольская, П. И. Лужнов. – Минск : Ураджай, 1988. – 120 с.

32. Справочник технолога-машиностроителя : в 2-х т. / под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва : Машиностроение, 2004.

33. Таратута, А. И. Прогрессивные методы ремонта машин : учеб. пособие для ФПК / А. И. Таратута, А. А. Сверчков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Минск : Ураджай, 1986. – 376 с.

34. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве : учебник / под ред. В. В. Курчаткина. – Москва : Академия, 2003. – 458 с.

35. Хасуй, А. Техника напыления / А. Хасуй ; пер. с яп. С. Л. Масленникова. – Москва : Машиностроение, 1975. – 288 с.

36. Черноиванов, В. И. Восстановление деталей сельскохозяйственных машин : справочник / В. И. Черноиванов, В. П. Андреев. – Москва : Колос, 1983. – 288 с.

37. Черноиванов, В. И. Организация и технология восстановления деталей машин : справочник / В. И. Черноиванов. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 336 с.

38. Шевченко, А. И. Справочник слесаря по ремонту тракторов / А. И. Шевченко, П. И. Сафронов. – Ленинград : Машиностроение, 1989. – 512 с.

39. Юшков, В. В. Применение анаэробных материалов при ремонте сельскохозяйственной техники / В. В. Юшков. – Москва : Росагропромиздат, 1990. – 53 с.

40. Яковлев, А. Д. Порошковые полимерные материалы и покрытия на их основе / А. Д. Яковлев, В. Ф. Здор, В. И. Каплан ; под ред. А. Д. Яковлева. – Ленинград : Химия, 1971. – 253 с.

Учебное издание

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Лабораторный практикум

Составители:

Анискович Геннадий Иосифович,
Миклуш Владимир Петрович,
Лойко Владимир Алексеевич и др.

Ответственный за выпуск Г. И. Анискович
Редактор А. И. Третьякова
Компьютерная верстка А. И. Третьяковой

Подписано в печать 21.05.2012. Формат 60×84¹/₁₆.

Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 14,41. Уч.-изд. л. 10,12. Тираж 80 экз. Заказ 472.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».

ЛИ № 02330/0552984 от 14.04.2010.

ЛП № 02330/0552743 от 02.02.2010.

Пр. Независимости. 99-2, 220023, Минск.