

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Практикум для студентов специальностей
1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей
(по направлениям)» и 1-37 01 07 «Автосервис»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области транспорта
и транспортной деятельности*

Минск
БНТУ
2018

УДК 629.3.08
ББК 39.33-08
В88

С о с т а в и т е л и:
д-р техн. наук, проф. *В. С. Ивашко*;
канд. техн. наук, доц. *В. А. Лойко*

Р е ц е н з е н т ы:
кафедра технологий и организации технического сервиса УО БГАТУ
(зав. кафедрой *В. Е. Тарасенко*);
ученый секретарь РУП БелНИИТ «Транстехника»,
канд. техн. наук, доц. *С. Б. Соболевский*

В88 **Восстановительные** технологии : практикум для студентов специальностей 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей (по направлениям)» и 1-37 01 07 «Автосервис» / сост.: В. С. Ивашко, В. А. Лойко. – Минск: БНТУ, 2018. – 85 с.
ISBN 978-985-550-955-5.

В практикуме даны теоретический и практический материалы для проведения лабораторных работ. Приведены содержание, порядок выполнения лабораторных работ, дана последовательность и методика расчета основных параметров процесса восстановления, а также основные правила охраны труда на рабочем месте. Может быть рекомендовано магистрантам, аспирантам технических вузов, специалистам предприятий технического сервиса и инженерно-техническим работникам.

УДК 629.3.08
ББК 39.33-08

ISBN 978-985-550-955-5

© Белорусский национальный
технический университет, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Лабораторная работа № 1 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ СВАРКОЙ И НАПЛАВКОЙ В СРЕДЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА И ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ	5
Лабораторная работа № 2 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ СВАРКОЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ СВАРОЧНЫМ АППАРАТОМ MULTIMIG-220	23
Лабораторная работа № 3 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ	39
Лабораторная работа № 4 ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ	60
Лабораторная работа № 5 УПРОЧНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ЭЛЕКТРОИСКРОВЫМ ЛЕГИРОВАНИЕМ	74
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	84

ВВЕДЕНИЕ

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

В каждой лабораторной работе предусматриваются блоки:

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

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 по охране труда;
- 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 охраны труда, что подтверждается их росписью в журнале протоколов проверки знаний по мерам безопасности при проведении лабораторных работ.

Лабораторная работа № 1

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ СВАРКОЙ И НАПЛАВКОЙ В СРЕДЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА И ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ

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.

Задание на выполнение работы

1. Изучить правила безопасной работы, устройство, техническую характеристику и правила эксплуатации сварочного и наплавочного оборудования, условия работы детали, характерные дефекты детали и методы их устранения, технические условия на приемку деталей для восстановления и предложить маршрут восстановления детали.

2. Изучить технологию и оборудование поста сварки и наплавки в среде CO_2 и в защитных смесях газов.

3. Разработать технологический процесс восстановления деталей сваркой в среде CO_2 или в смесях защитных газов.

4. Приобрести практические навыки использования автомата сварочного типа АДГ-602 для сварки и наплавки в среде CO_2 и в защитных смесях газов.

5. Провести технологический процесс восстановления детали сваркой и наплавкой в среде CO_2 (в смесях защитных газов) в соответствии с заданием преподавателя.

6. Оформить технологический процесс восстановления детали.

Оснащение рабочего места

1. Стол для сварочных работ ОКС-7523.

2. Автомат сварочный типа АДГ-602 для сварки в среде CO_2 и в защитных газовых смесях.

3. Выпрямитель ВДГ-601-1УЗ.

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.

Общие требования по охране труда

1. Работающие на установке должны пройти инструктаж по охране труда на рабочем месте под руководством инженера.

2. Установка должна быть надежно заземлена.

3. Производить работу можно только в присутствии инженера и по его указанию.

4. Работающий на установке обязан:

- знать устройство и принцип работы установки;
- соблюдать режим работы в соответствии с техпроцессом.

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

6. 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.

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

8. 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.

9. 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, необходимо разомкнуть электрическую цепь, выключив рубильник. Если пострадавший не подает признаков жизни, необходимо сделать ему искусственное дыхание.

10. По окончании работы необходимо:

- выключить установку;
- закрыть вентиль на баллоне с углекислым газом;
- привести в порядок рабочее место и сдать его инженеру.

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 чему столб электрической дуги и особенно ванна расплавленного металла зоны сварки (наплавки) изолируются от кислорода, водорода и азота воздуха (рис. 1.1).

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.

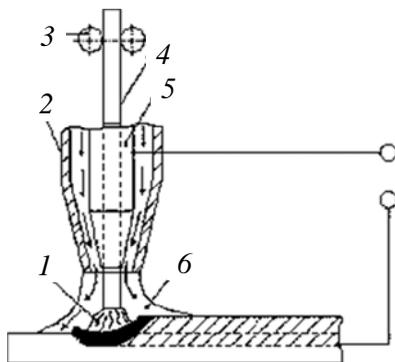


Рис. 1.1. Схема электродуговой сварки (наплавки)
в углекислом газе плавящимся электродом:

1 – электрическая дуга; 2 – газовое сопло; 3 – подающие ролики;
4 – электродная проволока; 5 – токоподводящий мундштук; 6 – защитный газ

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 CO_2 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;
- возможность наблюдения за процессом сварки;
- низкая стоимость защитного газа.

Недостатки процесса:

- повышенное разбрызгивание металла (до 10–12 %);
- потеря защитного газа;
- ограниченное легирование наплавленного металла (только за счет подбора электродной проволоки);
- снижение износостойкости и усталостной прочности на 10–20 %;
- необходимость транспортировки баллонов с CO_2 или смесями защитных газов;
- необходимость защиты сварщика от излучения электрической дуги.

При сварке (наплавке) в среде углекислого газа (см. рис. 1.1) из сопла горелки 2, охватывающей поступающую в зону горения дуги электродную проволоку 4, вытекает струя защитного газа б и оттесняет воздух из сварочной ванны.

Перспективным является способ автоматической наплавки деталей в среде CO_2 с направленным охлаждением, при котором на наплавленный металл, когда температура его равна или выше температуры закалки, подается охлаждающая жидкость (5%-й раствор кальцинированной соды в воде), что обеспечивает закалку нанесенного слоя.

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 незначительному количеству 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 том числе с применением робота-автомата) электросварки.

Широко применяемый в сварочном производстве способ защиты сварочной ванны с помощью однокомпонентных газов (двуокись углерода или аргон) со временем перестал 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. Рекомендуемые режимы сварки в смесях газов приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Рекомендуемые режимы сварки в смесях газов
 Аг + (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 – масса 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. 1.2) наглядно показывает эффективность применения газовых смесей по сравнению с CO_2 .

В табл. 1.2 приведены средние значения коэффициентов по данным трех замеров. Сварка образцов произведена проволокой марки Св-10ГСМТ диаметром 1,4 мм.

Таблица 1.2

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 CO_2 , 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.

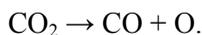
В то же время при сварке в смесях на основе аргона процесс более стабилен, чем при сварке в CO_2 , даже при некоторой нерав-

номерности подачи сварочной проволоки и присутствии на поверхности проволоки следов окислов и ржавчины.

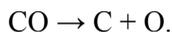
Для полуавтоматической сварки в среде CO_2 и в защитных газовых смесях широкое применение находят полуавтоматы: А-537, А-547У, А-547Р, А-1035, ПДГ-301, ПДГ-501, «Гефест», А-580М.

Установки для автоматической наплавки в среде CO_2 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 CO_2 или защитных газовых смесей в зону наплавки. Наплавку в среде CO_2 ведут на постоянном токе при обратной полярности.

Под действием температуры дуги CO_2 диссасирует на окись углерода и атомарный кислород:



Окись углерода частично диссасирует:

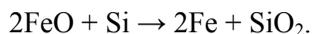
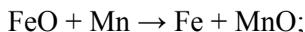


Атомарный кислород высокоактивен и способен окислять все элементы, входящие в состав проволоки и основного металла, в том числе железо:



Выделение газообразной окиси приводит к образованию пор. Этим объясняется окислительное действие CO_2 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 другие, порошковые проволоки Ш1-Р18Т, ПП-Р9Т, ППЧх2В8Т и др.).

На качество сварки и наплавки в среде CO_2 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 разбрызгиванию сопла и подгоранию накопника. 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 разбрызгивание металла. Режимы сварки (наплавки) в среде CO_2 приведены в табл. 1.3.

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 другого 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

Ип-30ХГСА 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.

Таблица 1.3

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

Технологический процесс сварки в среде CO_2 и в защитных газовых смесях состоит из следующих операций:

- подготовки дефектной поверхности;
- заварки дефекта;
- обработки сварных швов;
- контроля 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 проводится ручной шлифмашинкой (ГОСТ 12633–79).

Контроль качества восстановления производится визуальным осмотром. Не допускаются отслоения, растрескивание, поры, трещины и т. д.

Для сварки в среде CO_2 выпускается специальное оборудование и переоборудуются существующие полуавтоматы.

Устройства поста для сварки (наплавки) в среде углекислого газа и смесях защитных газов приведены на рис. 1.2.

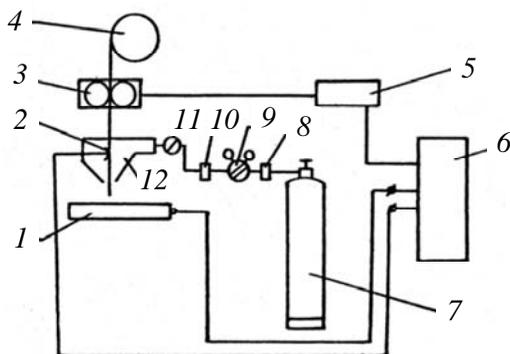


Рис. 1.2. Схема поста для сварки (наплавки) в среде углекислого газа и смесях защитных газов:

- 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

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 . 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.

При сварке в CO_2 и в смесях защитных газов используются выпрямители с поглощающей или жесткой внешней характеристикой.

Выпрямители типа ВС, такие как ВС-300, ВС-500, ВС-300 и другие 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 другие. Как и выпрямители типа ВС, они имеют трехфазный понижающий трансформатор и блок селеновых выпрямителей. Отличаются электрической схемой, конструкцией, имеют грубую (ступенями) и плавную регулировку напряжения (в пределах каждой ступени). Плавное изменение напряжения можно выполнять под нагрузкой, грубое – при отключенной нагрузке.

Выпрямитель типа ВДГ-601-1УЗ 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 вентилей, а ВД-101, ВД-301, ВД-303 – из кремниевых вентилей.

Преобразователи типов ПГС-500, ПСУ-300, ПСУ-500 и другие состоят из сварочного генератора и приводного асинхронного электродвигателя, смонтированных в одном корпусе, установленном на колесах. Сварочные генераторы обеспечивают получение жестких или пологопадающих внешних характеристик.

В последнее время наибольшее применение в качестве источников сварочного тока нашли инвенторные IGBT-типа импульсные источники. Они могут выдавать любую вольт-амперную характеристику (крутопадающую, жесткую, пологовозрастающую и их вариации), что позволяет качественно сваривать тонкий металл с высокой производительностью и небольшим разбрызгиванием.

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 А; 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 м³ 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. Они 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 других 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-3ОХГСА и др.

Наличие на сварочной проволоке следов антикоррозийной смазки и других загрязнений снижает стабильность процесса, повышает разбрызгивание, снижает качество шва. Особенно ухудшается процесс сварки при наличии на проволоке ржавчины.

Для удаления ржавчины и других загрязнений рекомендуется травление проволоки или механическая очистка с последующей прокалкой 1,5–2 ч при температуре 150–250 °С. Травление проводят в 10–20%-м растворе соляной кислоты в течение 5–10 мин. После травления возможна пассивация в смеси 5–15%-го NaNO_2 и 1%-го Na_2CO_3 . Пассивация повышает коррозионную стойкость проволоки.

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.

Устройство и принцип работы автомата сварочного типа АДГ-602

В автомате сварочного типа АДГ-602 осуществляется зажигание дуги, ее поддержание и перемещение вдоль шва (наплавляемого валика) с непрерывной подачей углекислого газа из баллона 5 (рис. 1.3) в зону сварки. Для обеспечения непрерывного процесса сварки в качестве электрода применяется проволока, предварительно уложенная в кассету 7 (рис. 1.4) и непрерывно подаваемая в зону сварки наплавляемой поверхности детали 7 (см. рис. 1.3).

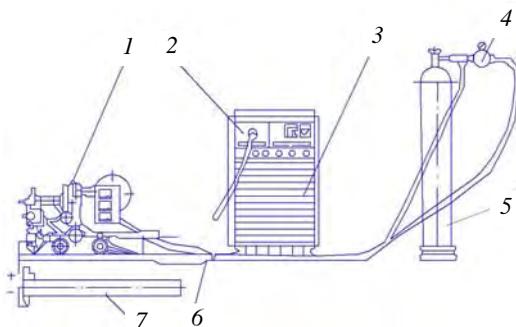


Рис. 1.3. Схема установки для дуговой наплавки в среде углекислого газа:
 1 – тележка сварочная; 2 – блок управления; 3 – выпрямитель сварочный ВДГ-601-УЗ; 4 – редуктор с расходомером и подогревателем газа;
 5 – баллон с углекислым газом; 6 – шланги (газовый и водяные); 7 – деталь

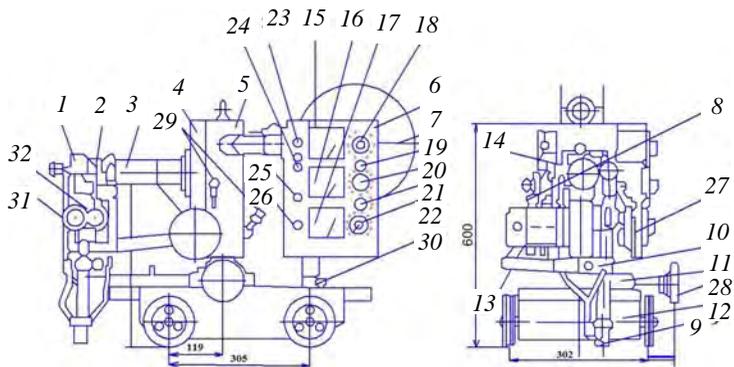


Рис. 1.4. Тележка сварочная:
 1 – устройство 3-роликное; 2 – устройство подающее; 3 – кронштейн;
 4 – суппорт вертикальный шариковый; 5 – основание; 6 – пульт управления;
 7 – кассета; 8 – шунт; 9 – головка сварочная; 10 – токоподвод; 11 – суппорт горизонтальный шариковый; 12 – каретка самоходная; 13 – токопровод;
 14 – устройство водогазовое; 15 – амперметр; 16 – вольтметр; 17 – индикатор;
 18 – регулятор тока; 19 – сигнальная лампочка; 20 – регулятор напряжения;
 21 – кнопка включения подачи газа; 22 – регулятор скорости тележки; 23 – тумблер включения (выключения) сварки (наплавки); 24 – тумблер подачи электродной проволоки «вверх-вниз»; 25 – тумблер переключения на наладочный режим и на автоматическую работу; 26 – тумблер перемещения сварочной тележки;
 27 – маховичок вертикального перемещения сварочной тележки;
 28 – маховичок горизонтального перемещения сварочной тележки;
 29 – рукоятки для оперативной фиксации поворотов основания, сварочной головки и пульта управления; 30 – рукоятка включения муфты привода тележки; 31 – ролик ведомый; 32 – ролик ведущий

Основные параметры автомата дуговой сварки типа АДГ-602 приведены в табл. 1.4.

Таблица 1.4

Основные параметры автомата дуговой сварки типа АДГ-602

Наименование параметра	Норма
Номинальное напряжение питающей сети при частоте 50 Гц, В	380
Род сварочного тока	Постоянный
Номинальный сварочный ток, А	630
Номинальный режим работы ПВ, %	60
Пределы регулирования сварочного тока, А	100–700
Продолжение цикла сварки, мин	10
Диаметр электродной проволоки, мм	1,2–3,0
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	120–960
Скорость сварки, м/ч	12–120
Расход защитного газа, л/ч не более	1400
Расход воды, л/ч не более	120
Масса стальной электродной проволоки в кассете, кг	12
Масса сварочной тележки, кг	60
Габаритные размеры сварочной тележки (длина × ширина × высота), мм не более	(800 × 450 × 600)

Нормирование технологического процесса

Техническая норма времени на выполнение операций рассчитывается по формуле

$$T_{\text{шк}} = T_0 + T_{\text{в}} + T_{\text{д}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n},$$

где $T_{\text{шк}}$ – штучно-калькуляционное время, мин;

T_0 – основное время, мин;

$T_{\text{в}}$ – вспомогательное время, мин;
 $T_{\text{д}}$ – 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

$$T_0 = \frac{60MK_1K_2}{\alpha I},$$

где M – масса наплавленного металла, г;
 K_1, K_2 – коэффициенты, учитывающие пространственное расположение сварного шва и его протяженность;
 α – коэффициент наплавки, г/(А · ч);
 I – сила тока, А.

Основное время для процесса наплавки определяется по формуле

$$T_0 = \frac{(L + \Delta_1 + \Delta_2)i}{nS},$$

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

$$n = \frac{100V}{\pi d},$$

где V – скорость наплавки, м/ч;
 d – диаметр восстанавливаемой детали, мм.

Вспомогательное, дополнительное и подготовительно-заключительное время ($T_{\text{в}}, T_{\text{д}}, T_{\text{пз}}$) определяются по нормативам.

Порядок выполнения работы

1. Изучить требования по охране труда.
2. Ознакомиться с оборудованием рабочего места.
3. Подготовить детали к восстановлению.
4. Определить режимы сварки (наплавки) в среде CO_2 или смеси защитных газов.
5. Настроить установку в соответствии с принятыми режимами.
6. Произвести восстановление детали сваркой (наплавкой) в среде CO_2 или в смеси защитных газов.
7. Снять деталь, убрать рабочее место и сдать инженеру.
8. Произвести визуальный контроль восстановленной детали.
9. Оформить отчет и сдать преподавателю.

Отчет о работе

Отчет должен содержать нижеприведенные пункты.

1. Наименование и цель лабораторной работы.
2. Принципиальная схема установки для сварки и наплавки в среде углекислого газа или в смеси защитных газов.
3. Выбор материала и обоснование режимов сварки и наплавки.
4. Эскиз детали с указанием дефектов.
5. Схема технологического процесса восстановления детали сваркой и наплавкой в среде углекислого газа или в смеси газов.
6. Нормирование технологического процесса сварки или наплавки.
7. Выводы.

Лабораторная работа № 2

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ СВАРКОЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ СВАРОЧНЫМ АППАРАТОМ MULTIMIG-220

Цель работы: закрепить теоретические знания электродуговой сварки и получить практические навыки сварки многофункциональным сварочным аппаратом MULTIMIG-220; изучить основные характеристики процесса плавления электродного материала при сварке и наплавке проволокой в среде защитных газов, ручной дуговой сваркой плавящимися электродами, неплавящимся вольфрамовым электродом, влияние на них рода и силы тока, марки электродов.

Задание на выполнение работы

1. Изучить правила безопасной работы, устройство, техническую характеристику и правила безопасной эксплуатации многофункционального сварочного аппарата MULTIMIG-220, характерные дефекты детали, предложенной преподавателем, и методы их устранения сваркой, технические условия на сварные соединения; выбрать метод электродуговой сварки детали и предложить технологический маршрут.

2. Разработать технологический процесс восстановления детали сваркой.

3. Приобрести практические навыки в использовании многофункционального сварочного аппарата MULTIMIG-220.

4. Выполнить технологический процесс восстановления детали сваркой многофункциональным сварочным аппаратом MULTIMIG-220 в соответствии с заданием преподавателя.

5. Оформить технологический процесс сварки.

Оснащение рабочего места

1. Многофункциональный сварочный аппарат MULTIMIG-220.

2. Стол для сварочных работ ОКС-7523.

3. Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А.

4. Стеллаж ОРГ-1468-06-092А.

5. Присадочная проволока.
6. Баллон с аргоном (ТУ 6-21-32-78).
7. Редуктор (ГОСТ 6266–78).
8. Шланги типа ИВН Ø12 (ГОСТ 9366–80).
9. Очки защитные (ГОСТ 12.4.008–71).
10. Присадочная проволока ПАНЧ-11.
11. Электроды для ручной дуговой сварки.
12. Фартук прорезиненный N 2 (ГОСТ 12.4.029–76).
13. Щитки сварщика (ГОСТ 14651–79).
14. Щетка металлическая (ГОСТ 19630–74).
15. Ручная шлифмашинка (ГОСТ 12633–79).
16. Молоток слесарный 7850-0035 (ГОСТ 2310–90).
17. Зубило 2810-0160 (ГОСТ 7211–72).
18. Детали, подлежащие сварке из стали, чугуна и алюминиевых сплавов.

Общие требования по охране труда

Следует избегать непосредственного контакта с электрическим сварочным контуром, так как при отсутствии нагрузки напряжение, подаваемое источником тока, возрастает и может быть опасно.

Перед проведением любых работ при подсоединении сварочных кабелей, замене роликов и/или направляющих проволоки, введении проволоки в ролики установка катушки с проволокой, очистке роликов, шестерен и зоны, находящейся под ними; процедур по проверке и ремонту аппарата, необходимо обязательно отсоединить вилку аппарата от электрической сети.

В обязательном порядке перед тем, как заменить изношенные детали сварочной горелки, необходимо выключить аппарат и отсоединить его вилку от электрической сети.

Рекомендуется подсоединять сварочный аппарат только в сеть питания с защитным заземлением.

Запрещается использовать данный аппарат в сырых и мокрых помещениях, а также при сварке под дождем.

Нельзя использовать аппарат, имеющий кабель с поврежденной изоляцией или плохим контактом с соединительными кабельными клеммами.

В месте выполнения сварочных работ необходимо убрать все горючие материалы (бумагу, древесные опилки, ветошь и т. д.).

При выполнении работ необходимо обеспечить достаточную вентиляцию рабочего места.

При выполнении работ необходимо всегда защищать глаза специальными стеклами-светофильтрами, смонтированными на маске или на каске, со степенью затемнения, соответствующей типу выполняемой сварки.

Во время работы следует пользоваться невозгораемой спецодеждой: из брезента, пропитанного специальным составом, или специально обработанной кожи.

Электромагнитные поля, возникающие в процессе сварки, могут влиять на работу электрооборудования и электронной аппаратуры.

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.

После окончания работы необходимо выключить установку, закрыть вентиль на баллоне с газом, привести в порядок рабочее место и сдать его инженеру.

Общие сведения

Электросварочные и наплавочные работы в среде CO₂ (MIG-процессы) и в среде многокомпонентных газовых смесей (MAG-процессы) получили широкое распространение в практике. На их долю приходится соответственно 32 и 5 % от общего объема сварочных работ, выполненных в Республике Беларусь. Кроме того, переход от ручной дуговой сварки к механизированной в CO₂ обеспечивает снижение затрат на 28 % и энергоемкости (кВт·ч/кг) – на 48 %, а с учетом общеобменной вентиляции – на 73 %.

При сварке в среде CO₂ потери электродного металла в 1,5 раза меньше, чем при ручной дуговой, а производительность процесса сварки повышается на 15–20 %.

В промышленно развитых странах более масштабно стали применять сварочные процессы с использованием в качестве защитной

среды многокомпонентных газовых смесей. Газовые смеси, как правило, состоят из аргона, гелия, углекислого газа и других газов и разделяются на три основные группы:

- газовые смеси для сварки и наплавки углеродистых сталей;
- газовые смеси для сварки и наплавки легированных сталей;
- газовые смеси для сварки алюминия.

Сварочный аппарат MULTIMIG-220 предназначен:

- для полуавтоматической сварки MIG-MAG в среде защитных газов (аргона и/или углекислого газа);
- сварки FLUX порошковой проволокой без защиты газом;
- ручной дуговой сварки плавящимися электродами типа АНО-4, АНО-21, МР-3, УОНИ-13 и др.;
- аргонодуговой сварки TIG неплавящимся вольфрамовым электродом.

MULTIMIG-220 может использоваться для сварки конструкционных и нержавеющей сталей, алюминия, магния, меди и их сплавов и других цветных металлов.

Он построен на базе инверторной транзисторной технологии IGBT-преобразования сварочного тока, обеспечивающей лучший контроль за параметрами сварочного тока, высокое качество шва и стабильную работу, а также осуществляет управление замкнутой системой обратной связи и обеспечивает постоянство значения рабочего напряжения и компенсирует перепады питающего напряжения в диапазоне $\pm 15\%$.

Уменьшение потерь металла от брызг заметно увеличивает эффективность сварки и уменьшает затраты энергии. Инверторная частота 20 кГц позволяет значительно уменьшить габаритные размеры и массу аппарата.

Сварочный аппарат комплектуется: горелкой типа WT15E; электрододержателем с нагрузочным кабелем; обратным кабелем с клеммой заземления; комплектом наконечников диаметром 0,8 и 1,0 мм и газовым рукавом с хомутиком. Технические характеристики аппарата представлены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Основные технические характеристики аппарата

Наименование показателей	Параметры			
<i>Общие характеристики источника питания</i>				
Напряжение цепи переменного тока, В	220			
Частота тока сети, Гц	50			
Номинальный ток сети, А	25			
Номинальная мощность источника питания, кВт	5,8			
<i>Параметры для полуавтоматической сварки</i>				
Диапазон регулирования сварочного тока, А	30–180			
Диапазон регулирования рабочего напряжения, В	16–22			
Период включения, ПВ %	35	60	100	100
Сварочный ток, А	180	150	120	80
Рабочее напряжение, В	22,4	20,5	19,0	17,5
Напряжение холостого хода, В	42			
Диапазон регулирования скорости подачи проволоки, см/мин	40–60			
Диаметр сплошной сварочной проволоки по стали, мм	0,6 / 0,8 / 1,0			
Диаметр порошковой сварочной проволоки FLUX по стали, мм	0,8 / 1,0 / 1,2			
<i>Параметры для ручной сварки ММА плавящимся электродом</i>				
Диапазон регулирования сварочного тока, А	30–200			
Диапазон регулирования рабочего напряжения, В	20,4–26,4			
Период включения, ПВ %	35	60	100	100
Сварочный ток, А	200	175	150	120
Рабочее напряжение, В	26,4	25,2	24,0	22,3
Напряжение холостого хода, В	72			

Наименование показателей	Параметры			
Максимальный диаметр рутиловых электродов по стали (АНО-4, МР-3), мм	4			
Максимальный диаметр рутил-целлюлозных электродов по стали (МР-3С), мм	5			
Максимальный диаметр щелочных электродов по нержавеющей стали (ОЗЛ-8, ЦЛ-11, НЖ-13), мм	4			
Максимальный диаметр щелочных электродов по чугуну (ЦЧ-4), по алюминию и сплавам (ОЗА-1), мм	3,2			
<i>Параметры для аргонодуговой сварки TIG неплавящимся вольфрамовым электродом</i>				
Диапазон регулирования сварочного тока, А	30–180			
Диапазон регулирования рабочего напряжения, В	14,4–16,4			
Период включения, ПВ %	35	60	100	100
Сварочный ток, А	180	150	120	100
Рабочее напряжение, В	16,4	15,2	14,4	14,0
Напряжение холостого хода, В	42			
Диаметр вольфрамового электрода, мм	1,2 / 1,6 / 2,4 / 3,2			
Коэффициент полезного действия, %	85			
Габаритные размеры, мм	530 × 225 × 325			
Масса, кг	14,35			

Описание панели управления и основных узлов аппарата

На рис. 2.1, *а* показано устройство сварочного аппарата, а на рис. 2.1, *б* – передняя панель управления.

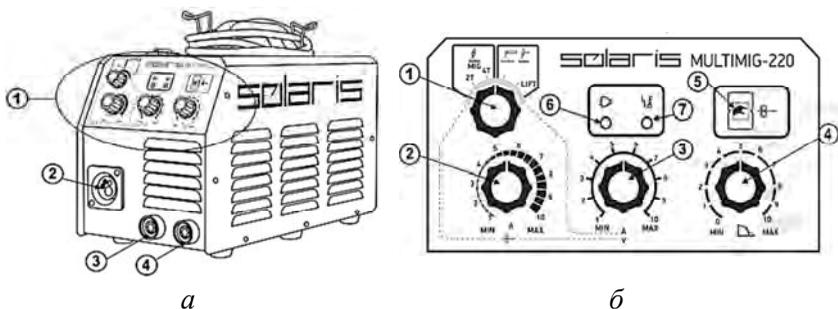


Рис. 2.1. Сварочный аппарат (а) и панель управления (б):

а – сварочный аппарат: 1 – панель управления; 2 – евроразъем для подключения сварочной горелки MIG–MAG–FLUX; 3 – гнездо (–) для подключения клеммы заземления в режиме сварки MMA и MIG–MAG (для подключения горелки TIG); 4 – гнездо (+) для подключения электрододержателя MMA (для подключения клеммы заземления в режиме сварки TIG); б – панель управления: 1 – ручка переключения режимов сварки; 2 – ручка переключения сварочного тока и скорости подачи проволоки в режиме сварки MIG–MAG; 3 – ручка регулировки рабочего напряжения в режиме сварки MIG–MAG (ручка регулировки сварочного тока в режиме сварки MMA (TIG)); 4 – ручка регулировки «arc force» в режиме MMA; 5 – кнопка включения механизма подачи проволоки в режиме подготовки аппарата к работе; 6 – индикатор включения аппарата в сеть; 7 – индикатор срабатывания тепловой защиты

Индикатор срабатывания тепловой защиты 7 загорится в следующих случаях:

- если был превышен рабочий цикл аппарата – он остановится, но вентилятор продолжит работать до тех пор, пока аппарат не остынет. При этом лампочка погаснет, и можно будет продолжить процесс сварки;

- если произошло короткое замыкание.

Задняя панель аппарата имеет выход сетевого кабеля, штуцер для подключения газового шланга, включатель аппарата, вентилятор системы охлаждения и таблицу параметров сварки.

Механизм подачи сварочной проволоки (рис. 2.2) состоит из канала подачи проволоки 4, прижимного 1 и направляющего 2 роликов с регулятором их прижатия 3, клемм положительного 5 и отрицательного 6 полюсов, а также красного кабеля сварочной горелки MIG–MAG. Катушка сварочной проволоки установлена на кронштейне со стопорной гайкой.

В зависимости от вида сварки необходимо внутри отсека механизма подачи проволоки устанавливать требуемую полярность сварочной горелки: при использовании обычной проволоки с газовой защитой красный кабель 7 присоединяют к клемме (+) положительного контакта, а при использовании порошковой (флюсовой) проволоки красный кабель 7 присоединяют к клемме (-) отрицательного контакта (сварка «Без газа»).

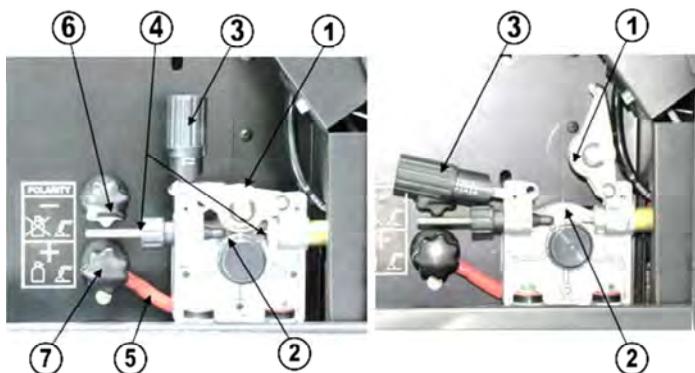


Рис. 2.2. Механизм подачи сварочной проволоки:

- 1 – ролик прижимной; 2 – ролик направляющий; 3 – регулятор прижатия;
- 4 – канал подачи проволоки; 5 – клемма (+) положительного полюса;
- 6 – клемма (-) отрицательного полюса;
- 7 – кабель сварочной горелки MIG–MAG красный

При сварке MIG–MAG необходимо применять защитный газ, препятствующий доступу воздуха в зону сварки. Стальные детали свариваются в среде либо чистого углекислого газа, либо в смеси углекислого газа с аргоном. Газовый шланг подключается к штуцеру подачи газа на задней панели аппарата и закрепляется хомутом. При работе с CO₂ для подачи газа применяется регулятор расхода типа У-30П, который с помощью накидной гайки наворачивается на углекислотный баллон. При работе с аргоном применяется регулятор расхода типа АР-40. Для приготовления смеси газов используются специальные смешивающие аппараты. Расход защитного газа устанавливается на регуляторах в зависимости от требуемого параметра сварочного тока, толщины свариваемых материалов, диаметра сварочной проволоки и других факторов. Значения параметров сварки берутся из таблиц.

При установке катушки и заправке проволоки необходимо убедиться, чтобы ролики для подачи сварочной проволоки, направляющий канал для ее транспортировки и медный наконечник сварочной горелки-пистолета MIG–MAG соответствовали типу и диаметру используемой проволоки и были правильно присоединены. При установке катушки с проволокой необходимо открыть дверцу механизма подачи проволоки, нажав кнопки. Отвернув стопорную гайку, установить на шпindel катушку с проволокой так, чтобы она при подаче проволоки вращалась против часовой стрелки. Максимальный диаметр катушки должен быть не более 200 мм. Затем зафиксировать положение катушки стопорной гайкой.

Отвернув регулятор натяжения 3, отвести в сторону кронштейн прижимного ролика 1. От свободного конца проволоки на катушке отрезать ее погнутую часть так, чтобы на срезе не было острых кромок и заусенцев, которые могут повредить направляющий канал сварочной горелки. Свободный конец проволоки вставить в направляющую трубку канала подачи проволоки 4 и протолкнуть на глубину 50–100 мм в отверстие сварочного рукава. Затем опустить на место кронштейн прижимного ролика 1 и заблокировать его регулятором натяжения 3. При этом необходимо убедиться, что проволока находится в борозде нижнего направляющего ролика 2. Сняв сопло и контактную трубку (медный наконечник) с головки сварочной горелки-пистолета MIG–MAG, вставить вилку аппарата в сетевую розетку и включить его. Нажатием кнопки горелки или кнопки 5 (см. рис. 2.1, б) включения механизма подачи проволоки на панели управления сварочная проволока проходит по отверстию сварочного рукава. Когда ее конец выйдет из головки горелки на 10–15 см, необходимо отпустить кнопку подачи проволоки. Наконец, вворачивают контактную трубку и сопло горелки на место при обесточенном аппарате. Проволока должна подаваться плавно (без рывков), не проскальзывать в борозде между роликами, а при прекращении подачи не должна образовываться петля под воздействием сил инерции катушки. Это обеспечивается регулятором 3 прижатия роликов и тормозящим усилием шпинделя на катушку. Перед началом сварочных работ конец проволоки обрезают, чтобы оставалось 10–15 мм и закрывают дверцу механизма подачи проволоки.

Реализованы два режима работы при выполнении сварки MIG–MAG: двухтактный (2Т) и четырехтактный (4Т), которые устанавли-

ливаются ручкой 1. В случае использования порошковой проволоки FLUX (сварка без газовой защиты) устанавливается режим 2Т.

В режиме 2Т при нажатии кнопки сварочной горелки начинают сварку, а при ее отпускании – заканчивают.

В режиме 4Т: при первом нажатии кнопки начинается подача защитного газа (1-й такт); при отпускании кнопки можно начинать сварку (2-й такт); при втором нажатии кнопки дуга гаснет (3-й такт), а подача защитного газа продолжается; при отпускании кнопки подача защитного газа прекращается (4-й такт).

Сварка малоуглеродистых или низколегированных сталей

Для сварки малоуглеродистых или низколегированных сталей в полуавтоматическом режиме (рис. 2.3) используется сварочная проволока марки ER 70S-6 (аналог отечественной Св-08Г2С).

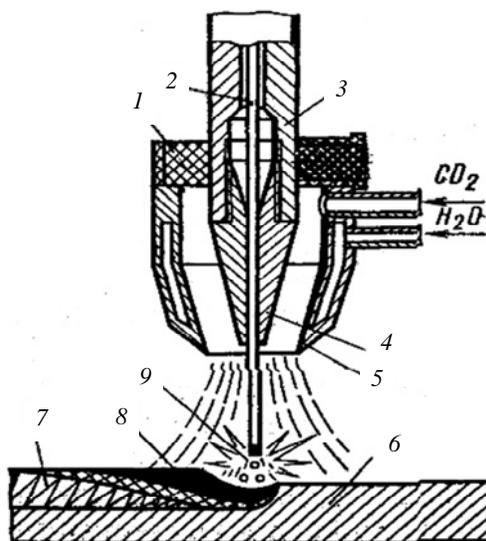


Рис. 2.3. Схема процесса сварки (наплавки) в среде углекислого газа аппаратом MULTIMIG-220:

1 – горелка; 2 – проволока; 3 – мундштук; 4 – наконечник; 5 – сопло горелки;
6 – деталь; 7 – металл наплавленный; 8 – ванна сварочная; 9 – дуга электрическая

В этом случае необходимо обеспечить защиту расплавленного металла шва с помощью углекислого газа или газовой смеси 20 % CO_2 + 80 % аргона. Для гарантированной защиты необходимо подавать 8–14 л/мин CO_2 или смеси газов.

Расход газа предварительно устанавливается на газовых регуляторах соответствующих баллонов.

Смесь газов 20 % CO_2 + 80 % Ar получается в результате установки расхода 1,6–2,8 л/мин на углекислотном и 6,4–11,2 л/мин на аргоновом регуляторах. Более точно регулировка подачи газа выполняется ручкой 4 регулятора на панели управления, где одно деление на шкале соответствует 10 % от предварительно установленного номинала расхода газа. Параметры сварочного тока и напряжения устанавливаются на панели управления соответственно ручками 2 (сила сварочного тока и скорость подачи проволоки) и 3 (напряжение) по таблицам.

Для сварки малоуглеродистых или низколегированных сталей в полуавтоматическом режиме FLUX используется самозащитная порошковая сварочная проволока марки E71T-11 с флюсовым сердечником – аналог отечественной проволоки НМТ ППСЗ 71Т-11.

Сварка высоколегированных и нержавеющей сталей

Для сварки высоколегированных и нержавеющей сталей в полуавтоматическом режиме используются сварочные проволоки марки ER304 (аналог отечественной Св-06X19Н9Т) Св-07X18Н9ТЮ для сварки нержавеющей сталей типа X18Н9Т, X18Н10Т и др. Защита металла шва обеспечивается газовой смесью 2 % CO_2 + 98 % Ar, при этом расход 0,2–0,5 л/мин на углекислотном и 7,8–13,5 л/мин на аргоновом регуляторах.

Параметры сварочного тока и напряжения устанавливаются на панели управления по табл. 2.2, 2.3.

Таблица 2.2

Настройки сварочного тока в зависимости от толщины свариваемых материалов встык и диаметра электрода

Толщина листа t , мм	Зазор g , мм	Диаметр проволоки d , мм	Сварочный ток, А	Рабочее напряжение, В	Скорость сварки, см/с	Объем подачи газа, л/мин
0,5	0	0,6; 0,8	30–40	15–16	17,6–22	10
0,6	0	0,6; 0,8	40–50	16–16,5	17,6–22	10
0,8	0	0,6; 0,8; 1,0	60–70	16–16,5	14,4–22	10
1,0	0	0,6; 0,8; 1,0	75–85	17–17,5	14,4–22	10–15
1,2	0	0,6; 0,8; 1,0	70–80	17–18	11,2–17,6	10
1,6	0	0,8; 1,0	80–100	18–19	11,2–17,6	10–15
2,0	0; 0,5	0,8; 1,0	100–110	19–20	8–17,6	10–15
2,5	0,5; 1,0	0,8; 1,0	110–130	19–20	16–19,2	10–15
3,2	1,0; 1,2	1,0	130–150	19–21	8–14,4	10–15
4,5	1,2; 1,5	1,0	150–170	21–23	8–14,4	10–15

Таблица 2.3

Настройки сварочного тока в зависимости от толщины свариваемых материалов при выполнении плоских угловых швов и диаметра электрода

Толщина листа t , мм	Катет g , мм	Диаметр проволоки d , мм	Сварочный ток, А	Рабочее напряжение, В	Скорость сварки, см/сек	Объем подачи газа, л/мин
0,6	2,5; 3,0	0,6; 0,8	50–60	15–15,5	17,6–22	10–15
0,8	2,5; 3,0	0,6; 0,8	60–70	16–17	17,6–22	10–15
1,0	2,5; 3,0	0,6; 0,8; 1,0	50–60	15–15,5	17,6–22	10–15
1,2	2,5; 3,0	0,6; 0,8; 1,0	70–100	18–19	16–22	10–15
1,6	2,5; 3,0	0,6; 0,8; 1,0	90–120	18–20	16–22	10–15
2,0	3,0; 3,5	0,8; 1,0	100–130	19–20	16–22	10–20
2,5	2,5; 3,0	0,8; 1,0	120–140	19–21	16–22	10–20
3,2	3,0; 4,0	0,8; 1,0	130–170	19–21	11,2–17,6	10–20
4,5	4,0; 4,5	1,0	190–230	22–24	11,2–17,6	10–20

Сварка ММА покрытым плавящимся электродом

Для выполнения ручной дуговой сварки ММА плавящимся электродом необходимо установить ручку I регулятора на панели (см. рис. 2.1) управления правее 4Т, разъем кабеля электрододержателя в гнездо (+), а разъем кабеля заземления – в (–).

Для сварки малоуглеродистых и низколегированных сталей используются рутиловые электроды типа АНО-4, МР-3, ОЗС-12 диаметром до 4 мм или рутил-целлюлозные – типа МР-3С, АНО-21, АНО-36, Е6013 диаметром до 5 мм, а также основные электроды со щелочным покрытием УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, УОНИ-13/65, Е7016 диаметром до 4 мм.

Для сварки нержавеющей сталей используются основные электроды со щелочным покрытием типа ОЗЛ-8, ЦЛ-11, НЖ-13, Е347-16 диаметром до 4 мм.

Для сварки алюминия и его сплавов используются основные электроды со щелочно-солевым покрытием типа ОЗАНА-2, EL-AlSi5, EL-AlMn диаметром до 4 мм.

Электроды АНО-4 и МР-3 предназначены для сварки ответственных конструкций из углеродистых сталей во всех пространственных положениях шва переменным и постоянным током обратной полярности.

Электроды УОНИ-13/45 предназначены для сварки особо ответственных конструкций из углеродистых и низколегированных сталей, когда к металлу шва предъявляются повышенные требования по пластичности и ударной вязкости. Сварка во всех пространственных положениях шва выполняется постоянным током обратной полярности.

Электроды ОЗЛ-8 предназначены для сварки изделий из коррозионно-стойких хромоникелевых сталей, когда к металлу шва предъявляют жесткие требования стойкости и межкристаллитной коррозии. Сварка во всех пространственных положениях шва проводится постоянным током обратной полярности.

Электроды ЦЛ-11 предназначены для сварки изделий из коррозионно-стойких хромоникелевых сталей, когда к металлу шва не предъявляют жесткие требования стойкости и межкристаллитной коррозии. Сварка во всех пространственных положениях шва проводится постоянным током обратной полярности.

Электроды НЖ-13 предназначены для сварки оборудования из коррозионно-стойких хромоникелемолибденовых сталей, работающего при температуре 350 °С, когда к металлу шва не предъявляются жесткие требования стойкости и межкристаллитной коррозии.

Сварка во всех пространственных положениях шва выполняется постоянным током обратной полярности.

Электроды ЦЧ-4 предназначены для холодной сварки, наплавки и заварки дефектов литья в деталях из серого, высокопрочного и ковкого чугунов, а также сварка чугунов со сталью. Ими можно наплавлять первые один-два слоя на изношенные чугунные детали под последующую наплавку специальными электродами. Сварка в нижнем положении шва выполняется постоянным током обратной полярности.

Электроды ОЗА-1 предназначены для сварки и наплавки деталей и конструкций из алюминия технической чистоты в нижнем и ограниченно вертикальном положениях шва постоянным током обратной полярности.

Сварка TIG неплавящимся вольфрамовым электродом в среде защитного газа

Сварка TIG выполняется электрической дугой, которая возбуждается и поддерживается между неплавящимся вольфрамовым электродом и свариваемой деталью. При сварке TIG применяется специальная горелка, которая удерживает в цанговом зажиме стержень непокрытого вольфрамового электрода и обеспечивает подачу защитного газа (чаще всего аргона) через керамическое сопло к зоне сварки.

Сварка TIG на постоянном токе применяется для любой углеродистой низко- или высоколегированной стали, в том числе и нержавеющей, а также тяжелых цветных металлов (медь, никель, титан и их сплавы). Преимуществом этой сварки является очень высокое качество шва, отсутствие брызг и практическое отсутствие шлаков. Этот метод универсален: дает возможность работы с разными материалами, причем в любом положении и для большинства соединений. Перед использованием вольфрамовый электрод необходимо заточить по оси на шлифовальном круге, чтобы наконечник стал коническим и избежать отклонение дуги при сварке. Для получения ка-

чественных результатов следует использовать соответствующим условиям сварки тип электрода, его диаметр и силу тока. Нормальный выход электрода из сопла 2–3 мм и может достигать 8 мм при угловой сварке.

При толщине свариваемого металла до 2,5 мм сварка TIG может выполняться без добавления присадочных электродов в виде отрезков металла, соответствующему типу свариваемого металла. В этом случае сварка выполняется за счет оплавления кромок свариваемого металла. При большей толщине свариваемого металла присадочные электроды применять обязательно.

Для получения высокого качества сварки необходимо тщательно зачистить место сварки, чтобы не было окислов, смазки, растворителей и других загрязнений.

При сварке TIG применяются следующие типы электродов:

– *торий-вольфрамовые* (WT4, WT10, WT20) – при сварке постоянным током прямой полярности стали большой толщины, когда необходимы большие токи – дуга легко зажигается и остается стабильной;

– *цериевые* (WC20) – при сварке постоянным и переменным током, по сравнению с чисто вольфрамовыми, они дают большую устойчивость дуги даже при малых значениях тока и применяются при орбитальной сварке труб и тонколистовой стали;

– *лантановые* (WL10 – сплав вольфрама с оксидом лантана) – при сварке нержавеющей сталей постоянным и переменным током, имеют очень легкий первоначальный запуск дуги, низкую склонность к прожогам, устойчивую дугу и отличную характеристику повторного зажигания дуги.

Порядок выполнения работы

1. Изучить требования по охране труда.
2. Ознакомиться с оборудованием рабочего места.
3. Изучить многофункциональный сварочный аппарат и приемы работы MULTIMIG-220.
3. Подготовить детали к восстановлению.
4. Определить режимы сварки и состав защитных газовых смесей.
5. Настроить аппарат в соответствии с принятыми режимами.
6. Произвести восстановление детали сваркой или наплавкой.

7. Снять деталь и убрать рабочее место.
8. Произвести контроль восстановленной детали.
9. Оформить отчет.

Отчет о работе

Отчет должен содержать нижеприведенные пункты.

1. Цель работы.
2. Назначение сварочного аппарата MULTIMIG-220 и его технические характеристики.
3. Описание панели управления и механизма подачи проволоки.
4. Анализ конструкции, условий работы и дефектов детали.
5. Режимы работы при сварке различных металлов.
6. Технологический маршрут восстановления детали.
7. Расчеты и выводы.

Анализ конструкции, условий работы и дефектов детали включает:

- наименование детали;
- материал;
- массу;
- твердость;
- условия работы;
- дефекты;
- эскиз детали с указанием габаритных размеров;
- место расположения дефектов.

Лабораторная работа № 3

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

Цель работы: изучить теоретические основы получения электрохимических покрытий, влияние различных факторов на качество электрохимических покрытий; исследовать влияние состава электролита и режима электролиза на выход по току меди, потенциалы катода и анода, качество (по внешнему виду) и физико-химические свойства полученных медных покрытий; произвести вычисление показателей, характеризующих качество полученного покрытия.

Задание на выполнение работы

1. Изучить правила безопасной работы, устройство, техническую характеристику и правила эксплуатации гальванической ванны, условия работы и характерные дефекты детали, технические условия на гальванические покрытия и предложить маршрут восстановления детали.

2. Изучить особенности технологии электрохимического осаждения покрытий и оборудование для гальванической ванны для восстановления деталей.

3. Рассмотреть схемы безваннового восстановления поверхностей деталей типа «Корпус» и «Вал».

4. Разработать технологический маршрут восстановления предложенной преподавателем детали путем электрохимического осаждения покрытий.

5. Приобрести практические навыки в подготовке поверхности и работы гальванической ванны.

6. Провести технологический процесс восстановления детали путем электрохимического осаждения покрытия в соответствии с заданием преподавателя.

7. Оформить технологический процесс восстановления детали.

Оснащение рабочего места

1. Верстак слесарный ОРГ-1468-06-092А.

2. Ванна гальваническая ВГ05.
3. Катодная и анодная продольные штанги.
4. Анодная и катодная поперечные штанги.
5. Источник питания постоянного тока ВСА10.
6. Химическая посуда (стаканы и мерная колба 500 мл).
7. Лабораторные весы МЛ 0,11 В1ЖА «Ньютон» ($d = 0,001$ г).
8. Раствор медного купороса (25 г/л), серная кислота концентрированная, хлорид натрия (кристаллический).
9. Детали для восстановления.

Общие требования по охране труда

Работа должна выполняться в специальной одежде (с использованием средств индивидуальной защиты) в соответствии с установленными нормами.

Опасные и вредные производственные факторы, которые могут возникнуть при гальванических работах: повышенное значение напряжения в электрической цепи; повышенная загазованность воздуха рабочей зоны; движущиеся механизмы; повышенная температура поверхностей оборудования (электролитические ванны с подогревом и др.).

Перед началом работы:

- убедиться в работе общеобменной вентиляции;
- убедиться в эффективности работы местных отсосов ванн и других рабочих мест;
- проверить наличие и исправность заземления ванны: целостность заземляющего провода и прочность его крепления к корпусу ванны и заземляющего контура;
- подготовить и проверить исправность требующихся для работы приспособлений и инструментов (подвесок, крюков, корзин и др.);
- разместить приспособления, инструменты, детали для обработки (или тару с ними) в удобном для работы порядке, не затрудняя проходы к пускорегулировочной и контрольно-измерительной аппаратуре, проезды, проходы к ванне;
- подножные решетки должны быть исправны, а пол чистый;
- проверить исправность крышек или дверей кожухов ванны;
- убедиться в чистоте токопроводящих штанг на ванне;

– убедиться, что тара с химическими веществами имеет четкие надписи или этикетки с наименованием содержащегося в ней вещества, его концентрации. На таре для ядовитых и едких веществ должны быть соответствующие знаки безопасности, а для СДЯВ – дополнительно надпись: «Осторожно. Яд!»;

– проверить наличие нейтрализующих составов у рабочего места на случай попадания раствора на кожу, а также разлития его.

При выполнении работы:

– приготовление рабочего раствора производить в строгом соответствии с требованиями технологического процесса (карты) в присутствии технолога или мастера;

– у ванны должен быть вывешен трафарет (технологическая карта) с указанием концентрации компонентов, входящих в состав раствора данной ванны, его температуры и плотности тока;

– при приготовлении смеси кислот (например, ванн твердого анодирования алюминия) последней наливать серную кислоту;

– переливание кислот, щелочей и других едких жидкостей, заполнение ванн рабочими растворами производить механизированным способом (насосом и др.). Не допускать разбрызгивания жидкости;

– работу производить в защитных очках, резиновых перчатках, фартуке, сапогах;

– осмотр и закрепление обрабатываемых деталей и приспособлений производить в стороне от ванны;

– перед погружением деталей в ванну убедиться в прочности их закрепления на крюках, подвесках, хорошо ли они уложены в корзинах и т. п.;

– загружать и выгружать детали в ванны при снятом напряжении;

– если эти операции необходимо выполнять без снятия напряжения с ванн (по указанию в технологической документации), то следить, чтобы при загрузке и выгрузке деталей не произошло замыкание разноименных полюсов (анода и катода). Во избежание поражения электротоком поправлять положение анода или катода при этом не допускается;

– детали в ванну погружать плавно, избегая разбрызгивания раствора;

- следить, чтобы составы химических растворов ванн, их температура, плотность тока соответствовали требованиям технологической документации;

- при работах на ваннах с растворами СДЯВ, ядовитых веществ (цианистых, хромовых и других) следить за постоянной эффективной работой бортовых отсосов;

- следить, чтобы крышки (или защитные кожухи) на ваннах были постоянно закрыты. Открывать их только при загрузке или выгрузке деталей;

- очистку контактов штанг, анодных крюков и другие операции производить влажным способом в защитных очках, резиновых перчатках и фартуке;

- при работе на ваннах хромирования:

- а) следить за уровнем электролита в ванне: он должен быть на 150–200 мм ниже краев ванны;

- б) во избежание загорания не допускать контакта хромового ангидрида с уксусной кислотой, спиртами и другими горючими жидкостями;

- в) для предупреждения образования гремучего газа, короткого замыкания в ванне периодически удалять с поверхности раствора ванны загрязнения и пенообразование;

- выгружать детали из ванн медленно, дать стечь раствору с деталей, оснастки в ванну;

- извлечение упавших в ванну деталей производить с помощью магнитов, щипцов и совков с длинными ручками и другими специальными приспособлениями. Не касаться раствора голыми руками;

- поддерживать на рабочем месте чистоту и порядок, не загромождать проходы к ваннам.

По окончании работы:

- отключить электропитание оборудования;

- привести в порядок рабочее место, уложить детали в предназначенную для них тару, собрать приспособления, инструменты;

- если остались химические вещества, сдать их в кладовую;

- снять спецодежду и убрать ее в специальный шкаф;

- вымыть руки, лицо.

Требования по охране труда при аварийных ситуациях

Немедленно прекратить работу при возникновении ситуаций, которые могут привести к аварии или несчастным случаям:

- отключить используемое оборудование;
- при возникновении пожара или возгорания работник обязан:
 - а) немедленно сообщить об этом в городскую пожарную службу по телефону 101, указав адрес объекта и что горит, и руководителю объекта;
 - б) принять меры по обеспечению безопасности и эвакуации людей;
 - в) приступить к тушению пожара с помощью имеющихся на объекте первичных средств пожаротушения;
- по прибытии подразделений пожарной службы сообщить им необходимые сведения об очаге пожара и мерах, принятых по его ликвидации;
- на период тушения пожара работник должен обеспечить охрану с целью исключения хищения материальных ценностей.

Оказать необходимую первую доврачебную помощь пострадавшему на производстве, освободив его от действий травмирующего фактора (электротока, механизмов и т. д.).

Общие сведения

Гальванические покрытия применяются практически во всех отраслях промышленности для защиты деталей от коррозии и получения новых функциональных свойств: повышения поверхностной твердости, износостойкости, антифрикционной способности и т. д.

Гальванические покрытия используют для восстановления изношенных деталей, облегчения пайки. Они во многих случаях позволяют заменить цветные металлы черными, благородные – неблагородными, дефицитные – распространенными. По механическим свойствам, чистоте, коррозионной стойкости и экономичности гальванические покрытия превосходят все остальные. Возможность регулировать толщину слоя изменением продолжительности процесса и плотности тока, а также уменьшать расход цветных металлов на покрытие поверхности, выгодно отличает гальванический метод покрытия от других.

Современные гальванические процессы основаны на использовании большого числа химических и электрохимических реакций, осуществляемых с целью улучшения структурных и декоративных свойств поверхности металлов и других материалов. В этих процессах используются химикаты более 100 наименований, значительное количество которых переходит в твердые, жидкие и газообразные производственные отходы. Однако при всей своей экологической опасности гальванические производства остаются необходимыми.

Применение гальванических покрытий (защитных, защитно-декоративных и специальных) позволяет придавать поверхности деталей ряд ценных специальных свойств:

- повышенную твердость и износостойкость;
- высокую отражательную способность;
- антикоррозионные свойства;
- улучшенные антифрикционные свойства;
- поверхностную электропроводность;
- облегчение паяемости;
- улучшение внешнего вида деталей.

Резко увеличивающийся объем, механизация и автоматизация гальванических цехов потребовали четкого регламентирования процессов, тщательного подбора электролитов для нанесения покрытия, выбора наиболее эффективных способов подготовки поверхностей деталей перед осаждением гальванических покрытий и заключительных операций.

Электрохимический (гальванический) способ нанесения покрытий является наиболее распространенным и применяется для нанесения металлических покрытий, сплавов, а также для получения оксидных пленок при анодной обработке изделий.

Сущность метода заключается в погружении покрываемых изделий или полуфабрикатов (листы, ленты, проволоки) в водный раствор электролита, главным компонентом которого являются соли или другие растворимые соединения металлопокрытия. Покрываемые изделия контактируют с отрицательным полюсом источника постоянного тока, т. е. являются катодами. Анодами обычно служат пластины или прутки из того металла, которым покрывают изделия.

В некоторых случаях по техническим или экономическим соображениям процесс осуществляют с нерастворимыми анодами из металла, сплава или токопроводящего материала, устойчивого в

данном электролите (например, свинец). В этих случаях приходится непрерывно или периодически подавать в электролит соли или другие соединения, содержащие металл, которым покрывают изделия.

По сравнению с другими этот способ является наиболее совершенным. Основным его преимуществом является возможность получать покрытия заданной толщины – от нескольких микрометров до десятков и даже сотен микрометров. Покрытия имеют высокие эксплуатационные свойства, на них намного меньше расходуется металла по сравнению с другими способами нанесения покрытий. Процесс нанесения покрытий можно механизировать и автоматизировать.

Современная технология нанесения гальванических покрытий состоит из следующих основных технологических операций:

- подготовки поверхности перед нанесением покрытий;
- нанесения гальванических покрытий;
- заключительного полирования.

Механическая подготовка поверхности заключается в том, чтобы удалить с деталей неровности, царапины, раковины – придать поверхности блестящую поверхность.

В промышленности широко применяются механические методы очистки поверхности: гидropескоструйный, дробеструйный, метод струйной очистки с использованием металлической пыли, струйная очистка карборундов и рубленой проволокой, а также галтовка – сухая и в жидкой среде.

Все механические методы очистки поверхности осуществляются на специальном оборудовании (в камерах для струйной очистки, в галтовочных барабанах). Они обеспечивают высокую степень очистки от ржавчины, окалины и механических загрязнений, но неэкономичны и не всегда дают нужный эффект. Поэтому разработаны и внедрены наиболее производительные и эффективные химические, физические, химико-механические, электрофизические и электрохимические методы очистки.

Химические методы, применяемые для обезжиривания поверхности, характеризуются использованием в технологических операциях большого числа разнообразных органических растворителей и других органических веществ. Очистка поверхности от ржавчины и окалины достигается травлением в растворах кислот.

Нанесение гальванопокрытий – осаждение слоя металла на поверхность деталей. При этом детали завешивают на катодную штан-

гу гальванической ванны, а на анодную – пластины из того металла, которым покрывают детали. Нанесение покрытий производится в растворах электролитов, которые подразделяются на кислые, щелочные, цианистые и другие.

Весьма широко применяются контактный и химический методы нанесения покрытия. При контактном методе осаждение происходит за счет работы короткозамкнутого элемента, в котором более электроотрицательный металл (например, цинк или алюминий) растворяется, а на более электроположительном металле (деталь из меди или медных сплавов) осаждается покрытие. Этот способ применяется при нанесении тонкого покрытия на мелкие и неответственные детали, требующие в основном временной защиты от коррозии.

Сущность химического способа заключается в восстановлении ионов металла из водных растворов с помощью сильного восстановителя. Широкое применение находит способ химического восстановления никеля, меди, серебра. Преимущество химического метода заключается в возможности нанесения гальванических покрытий не только на металлические основы, но и на неметаллические (пластмассы, стекло, керамика), а также в обеспечении высокой равномерности покрытия во всех точках детали.

В зависимости от характера защиты основы различают анодные и катодные покрытия. Если в определенной коррозионной среде растворяется покрытие, а не основа, то покрытие называется анодным, если растворяется основа – покрытие катодное. Анодные покрытия обладают лучшими защитными свойствами по сравнению с катодными. Однако применение анодных покрытий ограничивается тем, что они не могут быть использованы без дополнительной защиты, когда предъявляются определенные требования к товарному виду изделий. После каждой операции подготовки и нанесения гальванических покрытий детали следует тщательно промывать. Вода должна быть как можно меньшей жесткости, следовательно, ее надо часто менять.

Промывку нужно производить в течение 1–3 мин, особенно после травления, чтобы удалить из всех пор остатки кислоты и солей железа. Полированные детали рекомендуется промывать дистиллированной водой или конденсатом. После обезжиривания детали промывают вначале в горячей, а затем в холодной воде.

Детали с нанесенным покрытием промывают сначала в проточной холодной воде, а затем в горячей, чем облегчается сушка. Промывные воды не должны содержать кислот и солей более 0,2 %.

Полирование применяется как заключительный метод обработки поверхности после нанесения покрытий.

В процессе полирования используются шлифовальные и полировальные станки с абразивными кругами для шлифования и матерчатыми – для полирования, пистолеты-распылители – для подачи полировальной пасты на круг.

Эти пасты содержат соединения хрома до 80 %.

Технология омеднения деталей

Медные покрытия – это защитно-декоративные покрытия, которые обычно не применяются как самостоятельные электролитические покрытия ни для защиты стальных деталей от коррозии, ни для декоративной цели вследствие своих химических и электрохимических свойств. Медь в атмосферных условиях быстро окисляется, образуя на поверхности оксиды и основные соли.

По электрохимическим свойствам медь по отношению к железу является катодным покрытием и поэтому не может защищать железо от коррозии. Вследствие этого медные покрытия рекомендуется использовать в качестве подслоя при никелировании и хромировании, что очень важно для экономии дорогого и дефицитного никеля.

Гальванически осажденная медь характеризуется кристаллической структурой и пористостью, причем медь, осажденная из цианистых электролитов, более мелкокристаллическая и менее пориста, чем при осаждении ее из кислых и особенно из серноокислых электролитов. Твердость медных покрытий также зависит от характера электролита. Так, медь, полученная из цианистых электролитов, имеет твердость 1500–2500 Н/см², а при получении из кислых – 800–1000 Н/см², что, видимо, связано с условиями ее кристаллизации.

Атомная масса меди 63,55. В химических соединениях и в электролитах для ее осаждения медь одновалентна или двухвалентна. Стандартный потенциал меди +0,34 В. Гальванически осажденная медь имеет красивый розовый цвет, но в атмосферных условиях легко реагирует с влагой и углекислотой воздуха, с сернистыми промышленными газами, покрывается оксидами и темнеет.

Медь интенсивно растворяется в азотной, медленнее в хромовой кислоте, значительно слабее в серной и почти не реагирует с соляной кислотой. Из органических кислот на медь не действует уксусная, а из щелочей ее легко растворяет аммиачный раствор.

В атмосферных условиях и в ряде агрессивных сред медь образует с железом гальваническую пару. В ней медь как металл, более электроположительный, чем железо, является катодом и, следовательно, при наличии пор вызывает электрохимическую коррозию железа.

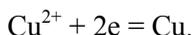
Медь – пластичный и легко полирующийся металл с плотностью 8,9 г/см³ и температурой плавления 1084,6 °С. Она обладает теплопроводностью и электропроводностью в 6–7 раз большими, чем железо и в 1,5 раза большими, чем алюминий.

Благодаря своей пластичности и свойству легко полироваться медь широко применяется в многослойных защитно-декоративных покрытиях типа медь-никель-хром в качестве промежуточной прослойки [1].

Для электроосаждения меди в настоящее время разработано большое количество электролитов. Все они по своему составу и особенностям делятся на две основные группы:

- щелочные;
- кислые.

К кислым электролитам относятся сернокислые, фторборатные, кремнефторидные и сульфаминовые. В кислых электролитах медь присутствует в растворе в форме ионов двухвалентной меди, и процесс разряда их на катоде выглядит следующим образом:



Благодаря тому, что стандартный потенциал меди электроположительный ($\varphi_0 \text{Cu}^{2+} = +0,34 \text{ В}$), водород на катоде не выделяется и выход по току практически близок к 100 %. Из кислых электролитов наиболее общепринятым в наше время является сернокислый. В простейшем виде он состоит из двух компонентов.

Для него приняты следующий состав (г/л) и режим осаждения:

Медный купорос $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	200–250
Серная кислота H_2SO_4	50–70
Рабочая температура, °С.....	15–25
Плотность тока D_k , А/дм ²	1–2
Выход по току η_k , %	95–98

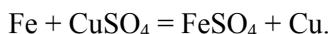
Более высокое содержание меди в электролите не рекомендуется, так как при более высокой концентрации медного купороса он может выпадать в виде кристаллов в осадок, выделяясь в первую очередь на анодах, которые перестают растворяться.

Наличие серной кислоты в этом электролите имеет весьма важное значение для нормального ведения процесса электролиза: предотвращает гидролиз медных закислых солей, снижает омическое сопротивление электролита, уменьшает активную концентрацию ионов меди, что способствует мелкозернистости покрытия и дает возможность применять высокие плотности тока.

К щелочным электролитам относятся цианидные, пиррофосфатные и железистосинеродистые. Наиболее широкое использование из кислых электролитов в промышленности имеют сернокислые электролиты, которые дешевы, просты по составу, устойчивы при работе и допускают высокие плотности тока.

Недостатками кислых электролитов являются их незначительная рассеивающая способность, невозможность непосредственного покрытия в них железа, цинка и их сплавов вследствие контактного выделения меди.

В момент погружения стальных деталей в электролит железо вытесняет медь из раствора по следующей реакции:



Выделяющаяся на поверхности стали контактная медь не прочно связана с основой, поэтому при последующем электролизе образуется медное покрытие, легко отслаивающееся от основы.

Из примесей больше всего присутствует в электролитах железо, накапливающееся за счет стальных деталей, упавших на дно ванны. Допустимая концентрация железа в электролите составляет не более 20 г/л. Присутствие в электролите никеля и цинка на ход процесса омеднения и на качество покрытия вредного влияния не оказывает.

Аноды для омеднения изготавливают из чистой рафинированной меди (99,9 %), которая содержит не более 0,1 % примесей.

Существенное значение для качества покрытий имеет и химический состав медных анодов. Так, повышенное содержание мышьяка или закиси меди в составе часто приводит к серьезным неполадкам при омеднении.

Реверсирование тока с катодным периодом 8 с и анодным – 2 с позволяет повысить катодную плотность тока без перемешивания до 3–5 А/дм². При этом покрытия получаются гладкими, беспористыми, а при наращивании слоя большой толщины (1–2 мм) дендриты отсутствуют.

Омеднение в ультразвуковом поле также повышает скорость осаждения, но режим осаждения в каждом конкретном случае необходимо подбирать отдельно. При нанесении тонкослойных покрытий в электролит следует вводить добавки винного спирта в количестве 8–10 мл/л, что способствует получению мелкокристаллических осадков с низкими внутренними напряжениями.

Для получения гладких и блестящих покрытий в серноокислый электролит вводят блескообразователи. Для этой цели ранее применяли тиомочевину в количестве 0,005–0,040 г/л. При этом необходимо было охлаждать и перемешивать электролит.

В последнее время для серноокислых медных электролитов разработаны отличные блескообразующие добавки, обладающие выравнивающим эффектом.

Они создают зеркальный блеск покрытий, обладая к тому же высокой пластичностью и низкими внутренними напряжениями. Для их применения характерно требование химической чистоты серноокислой меди и серной кислоты, входящих в состав электролита, и наличие ионов хлора в пределах 30–70 мг/л в дистилляте, на котором составляется электролит.

При осуществлении электрохимических процессов нанесения покрытий действуют законы Фарадея:

1. Количество вещества, выделяющегося на электроде, прямо пропорционально количеству электричества, проходящего через электролит.

2. Одно и то же количество электричества выделяет на электроде различные вещества в количествах, пропорциональных их электрохимическим эквивалентам.

Оборудование для нанесения гальванических и химических покрытий

Ванны для нанесения покрытий. Стационарные ванны (рис. 3.1) обычно представляют собой прямоугольные или круглые резервуары,

сваренные из листовой несортной стали толщиной 4–5 мм. Стационарные ванны, применяемые для растворов, выделяющих вредные испарения, снабжены двусторонними секционными отсосами с дроссельными заслонками. Подобная конструкция бортовых отсосов обеспечивает достаточно хорошие санитарно-гигиенические условия труда. Ванны, потребляющие электрический ток, устанавливают на опорных изоляторах, а остальные – на подвесках. Ванны с паровым давлением снабжены змеевиками или барботерами из труб.

Известно, что одним из главных средств повышения производительности гальванических ванн является применение повышенной плотности тока на катоде, что требует перемешивания электролита, особенно у катода.

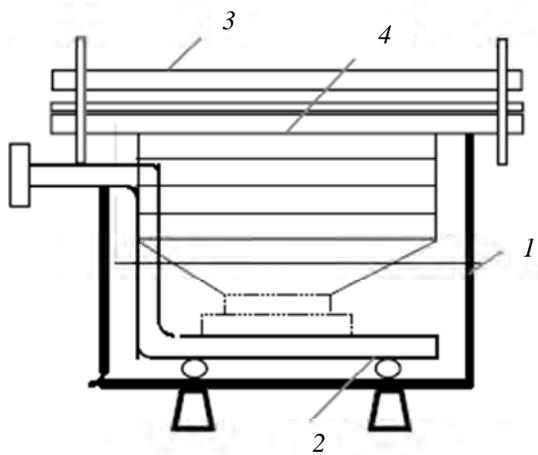


Рис. 3.1. Устройство типовой стационарной ванны:
1 – корпус; 2 – змеевик; 3 – штанга катодная; 4 – штанга анодная

Колокольные ванны (рис. 3.2). Нанесение покрытий на мелких деталях в стационарных и полуавтоматических ваннах на подвесках связано с большими трудовыми затратами. Поэтому для нанесения покрытий на такие детали в массовом производстве обычно применяют вращающиеся колокола и барабаны. Колокола изготавливаются из изолирующих материалов: эбонита, винилпласта. Для придания колоколу нужного наклона и для удобства разгрузки стационарных

ванн имеется специальное приспособление из зубчатого сегмента с червячным зацеплением.

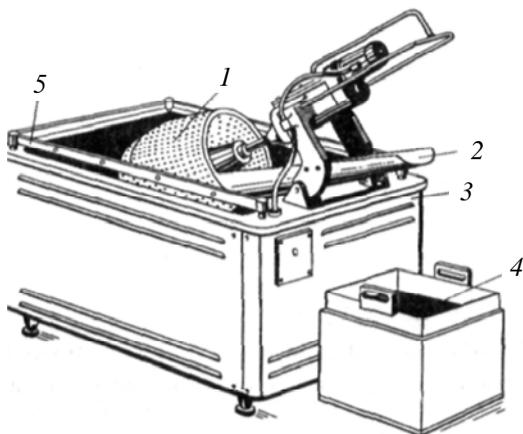


Рис. 3.2. Ванна колокольная:
1 – колокол; 2 – желоб; 3 – емкость; 4 – сетка; 5 – анодная штанга

Барабанные ванны изготавливают из винипласта, текстолита, органического стекла, целлулоида и других непроводящих материалов. Барабан погружают в ванну с электролитом и поднимают из нее с помощью специального подъемника. Во время работы барабан вращается вокруг горизонтальной оси от электродвигателя через редуктор, установленный с наружной стороны ванны.

Полуавтоматические ванны. Такие ванны предназначены для выполнения какой-либо одной операции, чаще всего для какого-либо одного вида покрытия. В полуавтоматических ваннах изделия перемещают при помощи бесконечной цепи от места загрузки до места выгрузки. На практике применяются три типа полуавтоматических установок: прямолинейный и овальный полуавтоматы и так называемые кольцевые ванны.

Автоматические линии для нанесения гальванических покрытий. В отличие от полуавтоматов автоматические установки выполняют все операции:

- подготовку поверхности к покрытию;
- нанесение покрытия;
- отделку поверхности после покрытия.

Автоматические линии довольно сложны по конструкции и дороги, поэтому применение их в цехах с небольшой производственной программой нецелесообразно. Они дают экономический эффект лишь в условиях большой производственной программы, ускоренных процессов нанесения покрытия и равномерного поступления изделий в гальванический цех.

По принципу деятельности автоматические линии можно разделить на две основные группы: с «жестким» единичным циклом и с «нежестким» единичным циклом.

В автоматических линиях с «жестким» единичным циклом последовательность выполнения технологических операций жестко задана конструкцией, и обрабатываемые детали транспортируются прерывисто с постоянной скоростью и постоянным ритмом.

В автоматических линиях с «нежестким» циклом последовательность технологических операций задается программой, вносимой в командоаппарат линии, а обрабатываемые детали транспортируются автооператорами.

Аноды. В гальванических цехах применяют растворимые и нерастворимые аноды. Обычно аноды имеют вид пластин или полос, однако иногда для улучшения их растворимости им придается более сложная форма: шарообразная, стержневая, овальная, эллипсоидная и т. п. Для предохранения электролита от попадания в него шлама аноды помещают в чехлы из льняного полотна, бязи, сукна, стеклоткани и т. п. Иногда в этих целях применяют специальные коробки из винипласта, в которые помещают куски анодов, оставшиеся после растворения анодных пластин.

Приспособления для подготовки и загрузки деталей в ванны. Для подготовки деталей к нанесению гальванических и химических покрытий используют корзины. Корзины для обезжиривания изготавливают из железной сетки, проволоки или перфорированного листового материала, корзины для травления – из кислотостойких материалов (винипласта, кислотоупорной стали). Для подвешивания деталей в электролитическую ванну употребляют специальные подвески или приспособления. Выбор подвесок зависит от конфигурации деталей, размеров ванны, типа электролита и т. д. При выборе материала для подвесок при прочих равных условиях следует отдать предпочтение железу или фосфористой бронзе. Применяются также титан или алюминий.

Оборудование для сушки деталей. Для сушки деталей в гальванических цехах применяют сушильные шкафы с паро- или электрообогревом, центрифуги, сжатый воздух, опилки, горячую воду и т. п. Сушильные шкафы рекомендуется оборудовать терморегуляторами.

Вспомогательные устройства. К вспомогательному оборудованию гальванических цехов следует отнести установки для фильтрации, перемешивания, взвешивания деталей, перекачивания электролитов, а также грузоподъемные устройства и т. п.

Электролиты очищают от механических загрязнений при помощи периодической или постоянной фильтрации. Периодическая фильтрация осуществляется через суконный рамочный фильтр или выполняется на установке с фильтрующим цилиндром.

Наиболее тщательная очистка электролита от механических загрязнений может быть достигнута при помощи фильтр-пресса. Его можно использовать как для периодической, так и для непрерывной фильтрации. В конструкции предусмотрена возможность очистки от загрязнений методом обратной промывки водой. Передвижной фильтр-пресс обеспечивает поддержание электролитов в чистоте, что позволяет избегать некоторых видов брака и дефектов покрытий.

Разлив кислот и щелочей из цистерн и резервуаров производится с помощью сифонов, насосов или специальных установок. Перекачка кислоты осуществляется центробежными химически стойкими насосами с двойными сальниками и вертикальным положением вала. Иногда применяют мембранные поршневые насосы, в которых агрессивная жидкость не соприкасается с цилиндром.

Описание лабораторной установки и методика проведения работы

Гальваническая ванна (электролизер) для лабораторной работы представляет собой емкость круглого сечения, внутри которой находится постоянный объем электролита.

Принципиальная схема лабораторной установки представлена на рис. 3.3.

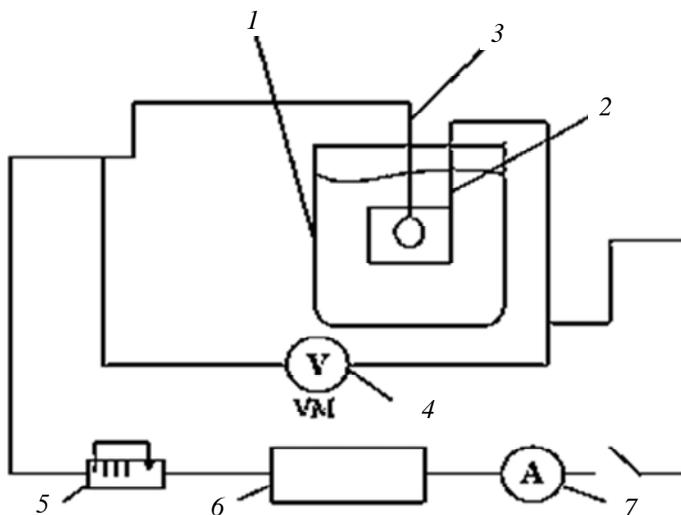


Рис. 3.3. Схема лабораторной установки для электрохимического нанесения покрытия:
 1 – гальваническая ванна; 2 – катод (деталь); 3 – анод; 4 – вольтметр;
 5 – реостат; 6 – источник постоянного тока; 7 – амперметр

Расчет толщины слоя гальванического покрытия меди

Масса металла, осаждаемого на детали:

$$M_T = CIt_0, \text{ г},$$

где C – электрохимический эквивалент вещества (справочная удельная величина массы металла, осаждаемого при прохождении через поверхность детали тока в единицу времени), зависящий от свойств осаждаемого металла, г/А·ч (табл. 3.1);

t_0 – время осаждения слоя, ч;

I – сила тока, А.

Таблица 3.1

Значения электрохимического эквивалента (С, г/А·ч).

Металл, вещество	Символ	Атомная или молекулярная масса	Валентность	Электрохимический эквивалент, г/А·ч	Плотность при 20 °С, г/см ³	Температура плавления, °С
1	2	3	4	5	6	7
Алюминий	Al	26,98	3	0,336	2,7	660,1
Висмут	Bi	209	3	2,6	9,8	271,3
Ванадий	V	50,94	5	0,38	6,11	1900
Вольфрам	W	183,85	6	1,14	19,3	3380
Водород	H	1	1	0,0376	–	–
Железо	Fe	55,85	2	1,044	7,86	1539
			3	0,69		
Золото	Au	196,97	1	7,37	19,32	1063
			3	2,451		
Индий	In	114,82	3	1,428	7,31	156,2
Кадмий	Cd	112,4	2	2,1	8,65	321,03
Кобальт	Co	58,93	2	2,2	8,9	1492
Магний	Mg	24,32	2	0,45	1,74	651
Марганец	Mn	59,94	2	1,025	7,2	1244
			4	0,513		
Медь	Cu	63,54	2	1,1852	8,92	1083
Молибден	Mo	95,94	3	1,19	10,3	2620
			6	0,6		
Никель	Ni	58,71	2	1,092	8,9	1453
Олово	Sn	118,7	2	2,112	7,28	160
Палладий	Pd	106,4	2	1,99	11,4	1552
Платина	Pt	195,09	2	3,96	21,45	1769
Родий	Rh	102,9	1	3,84	12,4	1960
			3	1,28		
Рутений	Ru	101,1	3	1,27	12,2	2500
			4	0,94		
Свинец	Pb	207,19	2	3,864	11,34	327,3
Серебро	Ag	107,88	1	4,025	10,5	960,8
Сурьма	Sn	121,75	3	1,51	6,62	630,5
			5	0,91		

1	2	3	4	5	6	7
Титан	Ti	47,9	4	0,444	4,54	1660
Хром	Cr	52,01	3	0,646	7,16	1875
Цинк	Zn	65,38	2	0,122	7,14	419
Оксид алюминия	Al ₂ O ₃	101,96	3	1,27	3,5	2010
Оксид магния	MgO	40,31	2	0,75	3,58	2640
Оксид меди	CuO	79,54	2	1,48	6,4	1020(p)
Диоксид марганца	MnO ₂	86,9	4	0,81	5,02	540(p)
Диоксид титана	TiO ₂	79,9	4	0,75	3,84	1560

Отношение практически полученного на катоде количества металла M_{Π} в кг к теоретически возможному – *катодный выход металла по току* выражают в процентах:

$$\eta = \left(\frac{M_{\Pi}}{M_T} \right) 100 = \left(\frac{M_{\Pi}}{CIt_0} \right) 100.$$

Физический смысл заключается в том, что он представляет собой коэффициент использования электрического тока и характеризует использование энергии.

Например, при хромировании $\eta = 10\text{--}18\%$, а при железнении $\eta = 85\text{--}95\%$, т. е. при *хромировании лишь* $10\text{--}18\%$ затраченного на электролиз электричества полезно используется на осаждение металла, тогда как при *железнении* – $85\text{--}95\%$.

Плотность тока – сила тока, приходящаяся на единицу площади поверхности электрода:

$$D = \frac{I}{S}, \text{ A / дм}^2,$$

где I – сила тока, А;

S – площадь поверхности катода (детали), дм².

Средняя толщина осажденного на катоде покрытия (h) и время (t_0), необходимое для получения покрытия заданной толщины:

$$h = \frac{D_K C \eta_K t_0}{1000 \gamma},$$

$$t_0 = \frac{1000 \gamma h}{D_K C \eta_K},$$

где h – толщина покрытия, мм;

γ – плотность осажденного металла, г/см³;

D_K – плотность тока на катоде;

t_0 – время осаждения слоя;

C – электрохимический эквивалент вещества, г/А·ч.

Порядок выполнения работы

1. Перед опытом взвесить на лабораторных весах деталь, на которую планируется осадить покрытие из гальванической меди (в принципиальной схеме рис. 3.3 – катод).

2. В ходе лабораторной работы проводится опыт с одним из составов электролита:

1 вариант – $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (15–25 г/л);

2 вариант – $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (15–25 г/л), H_2SO_4 (5–7 г/л);

3 вариант – $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ (15–25 г/л), H_2SO_4 (5–7 г/л), NaCl (0,003–0,010 г/л).

3. Приготовление электролита ведется в объеме 2 л.

4. Приготовленный электролит залить в электролизер, установить электроды и включить установку.

5. Записать показания амперметра и вольтметра. Опыт проводить в течение 20 мин. Визуально вести наблюдение за ходом процесса нанесения меди на поверхность латунного электрода.

6. По истечении заданного времени отключить установку, аккуратно достать деталь (катод). Данный электрод аккуратно поместить в сушильный шкаф и при $T = 110$ °С высушить до полного удаления влаги (т. е. до постоянной массы).

7. Деталь взвесить на лабораторных весах.

8. Полученные данные записать в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Результаты проведения процесса омеднения

Номер варианта опыта	Сила тока I , А	Напряжение U , В	Время опыта t , с	Масса детали до опыта, г	Масса детали после опыта, г	Масса металла, г

Отчет о работе

Отчет должен содержать нижеперечисленные пункты.

1. Цель работы.
2. Сущность и способы нанесения покрытий, применяемое оборудование.
3. Описание технологии омеднения.
4. Расчеты.
5. Результаты эксперимента и выводы.

Лабораторная работа № 4

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

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

Задание на выполнение работы

1. Изучить правила по охране труда при применении способа пластического деформирования, технические условия на приемку деталей в ремонт.

2. Изучить сущность и технологический процесс устранения различных дефектов деталей пластическим деформированием, применяемое оборудование, приспособления и инструмент.

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

4. Выбрать и обосновать способ восстановления детали (по выбору преподавателя) методом пластического деформирования.

5. Разработать технологический маршрут восстановления детали с применением пластического деформирования.

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

7. Оформить и защитить отчет.

Оснащение рабочего места

1. Токарно-винторезный станок 1К62 или 16К20.

2. Пресс стационарный, электрогидравлический ПГ30.

3. Патрон трехкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675–80.

4. Резцы с пластинками из твердого сплава ВК-2, ВК-3 или из сверхтвердого материала «Эльбор».

5. Обкатник универсальный однороликовый 70-2900-3434/01.

6. Приспособление для обработки пластическим деформированием.

7. Твердомер (измерение твердости по Бринеллю) ТШ-2.

8. Микрометры МК 75-100 и МК 100-125 (ГОСТ 5507–78).
9. Набор гаечных ключей, отвертки.
10. Штангенциркуль с пределами измерения 0–250 мм.
11. Детали для упрочнения ППД типа «Вал» или другие тела вращения.
12. Наладки для проверки установки обкатника в резцедержателе суппорта.
13. Эталоны для контроля шероховатости поверхности (набор № 3 ГОСТ 9378–85).

Общие требования по охране труда

1. К работе на токарном станке и прессе допускается только инженер, ответственный за лабораторию.
2. При работе на токарном станке и прессе руководствоваться соответствующими инструкциями по охране труда.
3. Работа должна выполняться только в присутствии преподавателя и по его указанию.
4. Применяемый слесарный и станочный инструмент должен быть исправным, не иметь трещин, заусенцев, сколов.
5. При проведении сверлильных и токарных операций детали и инструмент должны быть надежно 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 другие (рис. 4.1).

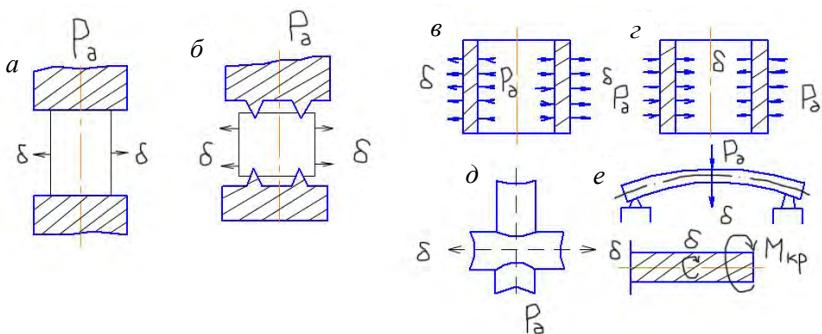


Рис. 4.1. Схема методов восстановления деталей пластическим деформированием:
 а – осадка; б – вдавливание; в – раздача; з – обжатие; д – вытяжка; е – правка:
 P – направление действия силы, вызывающей деформацию детали;
 δ – величина и направление деформации детали

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.

Местный наклеп – более простой и надежный способ, которым можно править некоторые детали, например, коленчатые валы, ресорный листы и другие.

Сущность этого способа состоит в том, что создаваемые наклепом напряжения сжатия на отдельных участках детали деформируют деталь в направлении наносимого удара. Наклеп ведется пневматическим молотком, снабженным ударным бойком или ручным шаровидным молотком. Правка наклепом позволяет избежать снижения усталостной прочности. Этот способ характеризуется достаточной точностью и производительностью. Схема поверхностного наклепа и пример использования при правке коленчатого вала показаны на рис. 4.2 и 4.3.



Рис. 4.2. Схема правки местным поверхностным наклепом

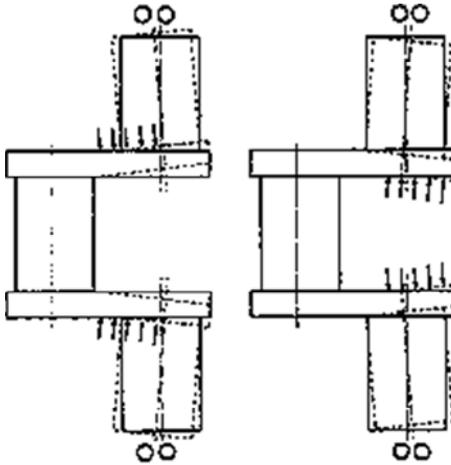


Рис. 4.3. Схема правки коленчатого вала наклепом щек

Накатка применяется при компенсации износа наружных цилиндрических поверхностей деталей (рис. 4.4).

Термогидравлическое деформирование (раздачу) применяют при восстановлении деталей, имеющих форму «тел вращения» (поршневых пальцев, втулок ГРМ и других деталей). Сущность процесса заключается в том, что деталь нагревают до температуры выше точки AC_3 и охлаждают изнутри потоком жидкости (рис. 4.5). При этом

внутренние слои металла, охлаждаясь, стремятся уменьшиться в диаметре, но им препятствуют нагретые наружные слои. Поэтому внутренние слои пластически растягиваются и увеличиваются в диаметре по сравнению с начальным размером в холодном состоянии. Дальнейшее охлаждение внутренних слоев превращает их в жесткую «оправку», которая препятствует уменьшению наружного диаметра восстанавливаемой детали.

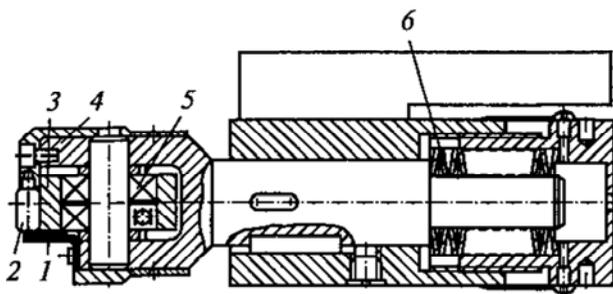


Рис. 4.4. Однороликовый накатник:

1 – упор; 2 – деформирующий ролик; 3 – опорный ролик; 4 – сепаратор;
5 – подшипник; 6 – пружина; 7 – упор

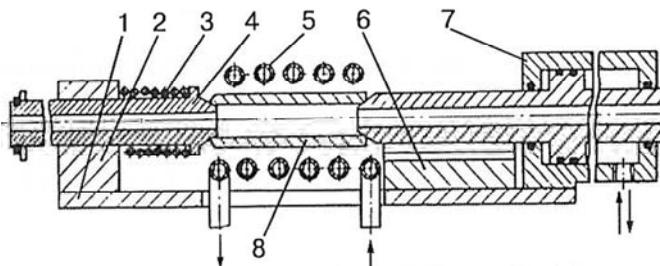


Рис. 4.5. Схема стенда для термогидравлической (термопластической) раздачи поршневых пальцев:

1 – плитка; 2 – кронштейн; 3 – пружина; 4 – шток полый; 5 – индуктор;
6 – призма направляющая; 7 – пневмоцилиндр; 8 – деталь

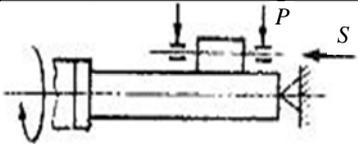
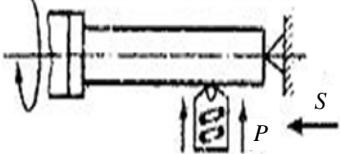
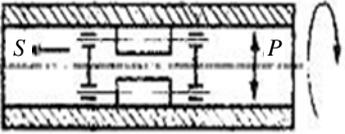
При применении поверхностного пластического деформирования выполняют:

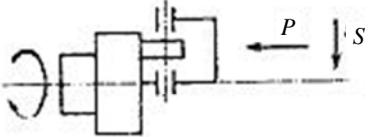
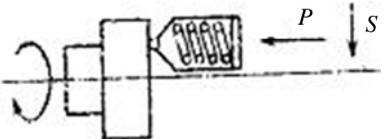
- электромеханическую или дробеструйную обработку;
- обкатывание шарами и роликами;
- алмазное выглаживание.

Поверхностное пластическое деформирование наружных цилиндрических поверхностей роликовым инструментом применяется как для сглаживающей, так и для упрочняющей обработки (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Схемы обработки цилиндрических поверхностей

Метод обработки	Назначение	Принципиальная схема
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Обработка наружных цилиндрических поверхностей		
Роликовыми обкатниками	Калибрование, отделка	
Шариковыми обкатниками	Отделка, упрочнение	
Шариковыми обкатниками вибрационного действия	Отделка, упрочнение	
Обработка внутренних цилиндрических поверхностей		
Роликовыми раскатниками	Калибрование, отделка	
Шариковыми раскатниками	Упрочнение, отделка	

1	2	3
Шариковыми раскатниками вибрационного действия	Упрочнение, отделка	
Обработка торцевых поверхностей		
Роликовыми раскатниками	Упрочнение, отделка	
Шариковыми раскатниками	Упрочнение, отделка	

Стержневой деформирующий ролик 2 (см. рис. 4.4) устанавливается в сепараторе 4 и опирается на опорный ролик 3, смонтированный на подшипнике 5. От выпадения деформирующий ролик 2 удерживается упором 7. Усилие деформирования создается пружиной 6. Инструмент закрепляется на суппорте токарного станка.

Режимы обработки:

- скорость обкатывания 60–100 м/мин;
- осевая подача 0,1–0,4 мм/об.;
- усилие деформирования 50–500 кгс.

После обкатывания достигается шероховатость 0,63–0,08 мкм, снимаемый припуск 0,005–0,02 мм.

При обработке ППД могут возникать дефекты поверхности: отслаивание металла (шелушение) в результате перенаклепа из-за неправильного выбора режима обработки; вмятины, риски, сколы, раковины из-за нарушения целостности рабочей поверхности деформирующего ролика; волнистость (из-за неодинаковых диаметров рабочих роликов) и формы (из-за наличия концентраторов напряжений и неравножесткости деталей).

Технология термогидравлической раздачи

Способ термогидравлической раздачи заключается в нагреве полой 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 (см. рис. 4.5).

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

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

015 – термогидравлическую (высокочастотный нагрев и охлаждение);

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

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

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

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

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

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

050 – полировальную (обработка наружных фасок);

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

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

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

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

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

080 – маркировочную (обозначение групп);

085 – консервационную (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:

$$J = 550 \text{ А}; P = 3,0 \text{ кН}; V = 100 \text{ м/мин}; S = 0,2 \text{ мм/об.}$$

Схема электромеханической обработки деталей показана на рис. 4.6.

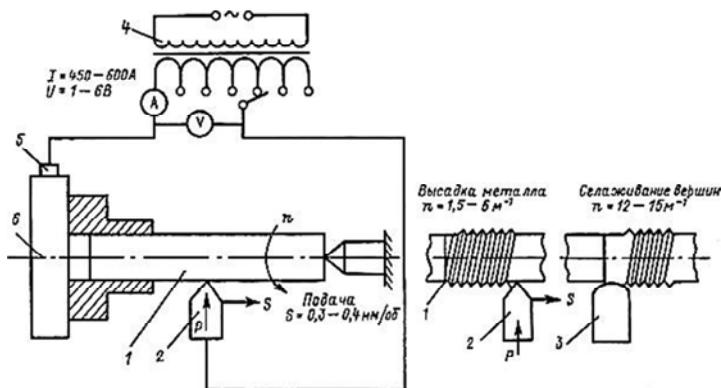


Рис. 4.6. Схема восстановления детали электромеханической обработкой:
 1 – обрабатываемая деталь; 2 – инструмент (высаживающий ролик);
 3 – сглаживающий ролик; 4 – трансформатор; 5 – щетка подвода электрического тока; 6 – медная шина патрона;
 P – направление действия силы, вызывающей деформацию детали;
 δ – величина и направление деформации детали

Сущность способа заключается в совместном действии электрического тока и пластического деформирования на восстанавливаемую деталь.

В месте контакта инструмента с деталью выделяется тепло.

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 до 10 мин. Ее 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.

После дробеструйной обработки поверхность детали приобретает некоторую шероховатость и последующей обработке не подвергается.

Дробеструйная обработка осуществляется в специальных дробеструйных установках. Используемые установки можно разделить на две основные группы: механического и пневматического действия. Работа механических установок (центробежных дробеметов) основана на использовании центробежной силы, развивающейся в роторе, лопатки которого выбрасывают дробь. В ремонтном производстве наиболее часто используют механические дробеметы моделей ДУ-1 и БДУ-ЭГ.

Пневматические установки работают от сжатого воздуха давлением 0,4–0,6 МПа. Стальная дробь подхватывается струей сжатого воздуха, разгоняется до высокой скорости и направляется на обрабатываемую поверхность. Данные установки проще механических по конструкции, несложные в эксплуатации, позволяют вести обработку деталей, имеющих глубокие отверстия и полости. К недостаткам пневматических установок относится малая их производительность и экономичность.

В настоящее время наиболее распространены механические установки, так как они имеют такие преимущества, как высокая производительность при малом расходе энергии, отсутствие компрессора, возможность более точного регулирования интенсивности процесса и поддержание его стабильности. Дробеструйному наклепу подвергают поверхности небольших деталей сложной формы (например, шестерни), а также деталей малой жесткости типа пружин, рессор и прочее.

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 (так называемый обкатник).

Технологические режимы упрочнения:

- скорость обкатывания – 30–150 м/мин;
- подача 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.

Схемы процессов обработкой шариками (роликами) представлены в табл. 4.1.

Обработку шариками (роликами) используют для увеличения поверхностной твердости шеек валов, поверхности отверстий, для повышения усталостной прочности валов, упругости пружин.

В ремонтном производстве нашли широкое использование совмещенные методы обработки восстанавливаемых поверхностей деталей: нанесение изношенного слоя металла (наплавка, железнение), расточка и раскатывание, расточка и калибрование.

Усилие прижатия роликов при обработке чугуновых и стальных деталей 50–200, скорость движения детали 150–450 м/мин, продольная подача 0,06–0,08 мм/об. Обработка ведется в два–три прохода. Увеличение числа проходов ведет к чрезмерному наклепу и шелушению поверхности детали. Глубина наклепанного слоя в зависимости от режимов ведения процесса составляет 0,05–0,15 мм. Перед раскатыванием отверстие растачивают с припуском на раскатку 0,03–0,06 мм.

Обкатка применяется для наружных и внутренних поверхностей вращения, галтелей, плоскостей и различных фасонных поверхностей.

В табл. 4.1 представлены схемы обкатки у цилиндрических поверхностей деталей.

Алмазное выглаживание

Алмазное выглаживание – обработка поверхности детали рабочим инструментом, рабочей частью которого является сферическая поверхность алмазного кристалла с радиусом закругления 1–3 мм. Обработка ведется на токарном станке, а инструмент крепится в резцедержателе. Обработка этим способом позволяет получить шероховатость поверхности не ниже $Ra = 0,04–0,8$ мкм, повысить твердость на 25–30 %, износостойкость на 40–60 % и усталостную прочность на 30–60 %. Универсальная алмазная гладилка (рис. 4.7)

состоит из оправки 1 и алмаза 2. Ее монтируют в специальном приспособлении, которое устанавливают в резцедержателе станка.

Выглаживание проводится в условиях трения-скольжения, что отличает этот процесс от обкатывания.

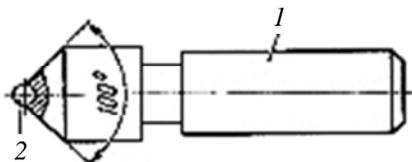


Рис. 4.7. Алмазная гладилка

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 0,04–0,08 мм/об. Для сталей с твердостью более 300 НВ рекомендуемая скорость – 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

1. Изучить требования по охране труда.
2. Ознакомиться с оборудованием рабочего места.
3. Разработать эскиз детали и указать дефекты.

4. Выбрать и обосновать способ восстановления (упрочнения) методом пластического деформирования.
5. Разработать технологический маршрут восстановления детали методом пластического деформирования.
6. Обосновать технические требования, технологические режимы, состав технических средств выполнения процесса.
7. Оформить отчет и сдать преподавателю.

Отчет о работе

Отчет должен содержать нижеперечисленные пункты.

1. Наименование и цель лабораторной работы.
2. Выбор и обоснование способа восстановления детали с применением пластической деформации.
3. Эскиз детали с указанием размеров и требований к обрабатываемым поверхностям.
4. Расчет режимов, технологический маршрут восстановления детали, технические требования к технологическому процессу.
5. Технологические режимы выполнения операций.
6. Выводы.

Лабораторная работа № 5

УПРОЧНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ЭЛЕКТРОИСКРОВЫМ ЛЕГИРОВАНИЕМ

Цель работы: закрепить теоретические знания и получить практические навыки процесса восстановления изношенных деталей и упрочнения поверхностей электроискровым.

Задание на выполнение работы

1. Изучить правила техники безопасности при электроискровом легировании (нанесении покрытий), правила выбора электродов и технологию обработки деталей, области применения и особенности технологического процесса.

2. Изучить применяемое оборудование: установку электроискрового легирования «Элитрон-20», оснастку и приспособления, область применения и основные достоинства и недостатки метода.

3. Изучить оборудование и технологию упрочнения и восстановления деталей электроискровым легированием.

Оснащение рабочего места

1. Установка электроискрового легирования «Элитрон-20».
2. Верстак слесарный ОРГ-1468-06-092А или стол для сварочных работ ОКС-7523.
3. Микротвердомер ПМТ-3 с пирамидой Виккерса.
4. Микроскоп металлографический ММР-4.
5. Микроскоп МБС-10.
6. Восстанавливаемые детали.
7. Микрометр 0–50.
8. Электроды (чугунный, стальной или др.).
9. Фартук брезентовый с нагрудником Тр.
10. Галоши диэлектрические Эн.
11. Щиток электросварщика НН.
12. Очки защитные ЗНД.
13. Диэлектрический коврик.

Общие требования по охране труда

Организация рабочего места должна обеспечивать безопасность выполнения работ.

1. Рабочее место в помещении должно ограждаться светонепроницаемыми ограждениями (щитами, ширмами или экранами) из негоряемого материала, высота которых должна обеспечивать надежность защиты, а между ограждением и полом должен быть зазор не более 5 см.

2. Лаборатории для выполнения работ должны быть оборудованы общей обменной приточно-вытяжной вентиляцией.

3. Перед началом работы необходимо:

- получить устный инструктаж по безопасности труда у ответственного преподавателя, расписаться в журнале инструктажа;
- проверить исправность и комплектность оборудования;
- проверить надежность заземления всех частей установки и диэлектрического коврика под ногами:

4. Во избежание электротравм следить за тем, чтобы во время работы руки, обувь и одежда были всегда сухими.

5. При выполнении работ пользоваться защитными очками (щитком) и диэлектрическим ковриком.

6. При проведении работ запрещается:

- перемещать установку, не отключив ее предварительно от питающей электросети;
- самостоятельно включать в электросеть и отключать установку, а также ремонтировать ее.

Общие сведения

Электроискровое легирование (ЭИЛ) металлических поверхностей основано на явлении электрической эрозии и полярного переноса материала анода (инструмента) на катод (упрочняемую деталь) при протекании импульсных разрядов в газовой среде (воздухе).

Процесс ЭИЛ начинается со сближения электрода-инструмента с деталью, и при расстоянии между ними, равном или меньшем пробивного, начинается развитие импульсного разряда, который в большинстве случаев продолжается и завершается уже при контакте электродов. После пробоя межэлектродного промежутка за

счет запасенной в накопительном конденсаторе энергии на поверхности электрода развиваются локальные очаги правления и испарения, вызывающие электрическую эрозию электродов. Благодаря полярному эффекту, преимущественный перенос эродируемого материала анода на катод обеспечивает формирование на последнем поверхностного слоя с определенными физико-химическими свойствами. После окончания разряда через некоторый промежуток времени начинается отход анода от катода, завершающийся разрывом электрической цепи, после чего схема вновь готова к работе.

Поверхностный слой катода в результате ЭИЛ, как правило, изменяет состав и структуру, а следовательно, и твердость. Характеристиками такого слоя можно варьировать в широких пределах, подбирая материал электродов, состав межэлектродных сред, параметры импульсных разрядов и другие условия формирования слоя на катоде. Таким образом, при ЭИЛ имеются большие возможности для создания рабочих поверхностей с заданными эксплуатационными характеристиками.

При электроискровом легировании (ЭИЛ) металлических поверхностей в процессе формирования поверхностного слоя на катоде происходит интенсивное взаимодействие жидких фаз материала электродов, способствующее установлению между ними химической связи и развитию объемных процессов само- и гетеродиффузии, образованию интерметаллида и т. п. Помимо явлений в жидкой фазе, из которой формируется слой покрытия, во многих случаях наблюдается диффузия элементов анода в основу – катод в твердой фазе.

Все эти глубокие физико-химические изменения в поверхностном слое электродов обусловлены возникновением в зоне разряда высоких температур (10–11 тыс. °С), термоупругих напряжений, высокоскоростной пластической деформации, а также микрометаллургическими процессами, протекающими в экстремальных условиях за счет прохождения мощного (до 10^5 – 10^6 А/мм²) импульса тока. В этом случае взаимодействие материалов электродов, кристаллизация, диффузионные явления происходят в крайне неравновесных условиях.

Характер взаимного распределения элементов в поверхностных слоях, полученных электроискровым легированием, свидетельствует о высокой подвижности атомов в кристаллической решетке металлов, подвергнутых воздействию искровых разрядов.

Присутствие в зоне столь высоких температур азота воздуха и различных легирующих элементов, входящих в состав электрода-

анода, позволяет не только наращивать поверхность детали, но и легировать ее, улучшая физические и химические свойства металлических поверхностей.

К основным специфическим особенностям ЭИЛ можно отнести:

1) высокую прочность сцепления нанесенного материала с основной (за счет механического перемешивания и взаимного диффузионного проникновения материалов электродов в формируемом слое);

2) локальность проведения процесса (обработку можно осуществлять в строго заданных местах радиусом от долей миллиметра и более, не защищая при этом остальную поверхность детали);

3) возможность использования в качестве легирующих материалов как чистых металлов, так и многих сплавов, металлокерамических композиций, тугоплавких соединений и т. п.);

4) отсутствие нагрева или незначительный нагрев детали в процессе легирования, который может изменить ее физико-механические свойства и геометрию;

5) возможность диффузионного обогащения металлической поверхности элементами материала анода;

6) простоту технологического процесса, малогабаритность и транспортабельность оборудования.

Важней технологической характеристикой процесса ЭИЛ является интенсивность формирования поверхностного слоя, которая зависит от величины энергии разряда, выделяющейся в межэлектродном промежутке и среднего тока источника рабочих импульсов. В процессе обработки возникает необходимость управлять данными параметрами, что осуществляется с помощью изменения режимов.

Различные режимы обработки применяют в зависимости от требований, предъявляемых к формируемой поверхности, ее чистоте, сплошности, толщине, пористости, а также допустимой величине переходного слоя. Энергия разряда обычно варьируется в диапазоне от долей до 8 Дж, а средний ток – от 0,2–0,5 до 50–80 А и более.

Условно режимы ЭИЛ (табл. 5.1) подразделяют на «мягкие» (№ 1, 2) и «грубые» (№ 8, 9). Чем мягче применяемый режим обработки, т. е. чем меньше энергия разряда, тем меньше толщина нанесенного слоя и его шероховатость. В этом случае имеет место весьма небольшая толщина переходного слоя, а сам нанесенный слой наиболее плотный и поверхность его наиболее чистая.

Таблица 5.1

Характеристика режимов ЭИЛ установки «Элитрон-20»

Условные номера режимов легирования	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Положение переключателя «Емкость»	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Положение переключателя «Напряжение»	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Емкость батарей накопительных конденсаторов, мкФ	210	420	630	210	420	630	210	420	630
Амплитуда импульсов напряжения на накопительных конденсаторах, В	40	40	40	60	60	60	80	80	80
Рабочий ток, А	0,5	1,3	2,2	1,0	2,4	4,2	1,8	4,0	5,0

Состав слоя, образующегося на обрабатываемой детали, и его физико-химические свойства зачастую существенно отличаются от свойств легируемого и легирующего материалов. Варьируя материал электродов и способ нанесения легированного слоя, можно изменять физико-механические свойства поверхности обрабатываемой детали. В основном на структуре покрытия, сформированного ЭИЛ, можно выделить два участка: «белый» слой взаимной кристаллизации – С-1 (рис. 5.1.) и зоны термического влияния – Т-3. В свою очередь зона термического влияния включает в себя: диффузионный слой С-2 и переходный С-3.

Белый слой имеет наивысшую твердость и состоит из различного рода нитридов, карбидов и интерметаллидов. Состав белого слоя зависит от материала электрода. Например, белый слой, образовавшийся в результате электроискрового легирования стали 45 твердым сплавом Т15К6, имеет микротвердость 27–28 ГПа, состоит в основном из карбидов вольфрама и титана.

Участок зоны термического влияния имеет аустенитно-мартенситно-карбидную структуру. Переходной слой С-3 имеет аустенитно-сорбитно-мартенситную структуру. Аустенитная структура формируется при охлаждении из-за диффузионного насыщения стали азотом. Чем меньше проникает азота в зону С-3, тем больше при охлаждении будет мартенситной структуры. Ниже переходного слоя находится участок со структурой основы С-4.

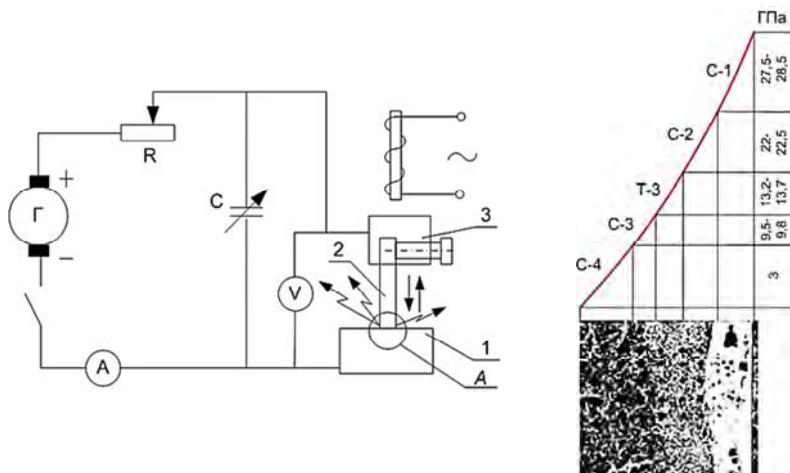


Рис. 5.1. Принципиальная схема электроискровой установки и микроструктура стали 45 после ЭИЛ электродами TiC:

1 – деталь; 2 – электрод; 3 – электромагнитный вибратор; C-1 – белый слой взаимной кристаллизации; C-2 – диффузионный слой; T-3 – зона термического влияния, C-3 – переходный слой; C-4 – основной металл

На величину зон и их структуры влияют:

- параметры обработки;
- материал электрода;
- материал основы;
- состояние окружающей среды.

Скорость осаждения на катоде зависит от режимов проведения ЭИЛ, материала электрода и детали. Схемы ЭИЛ в автоматическом режиме приведены на рис. 5.2.

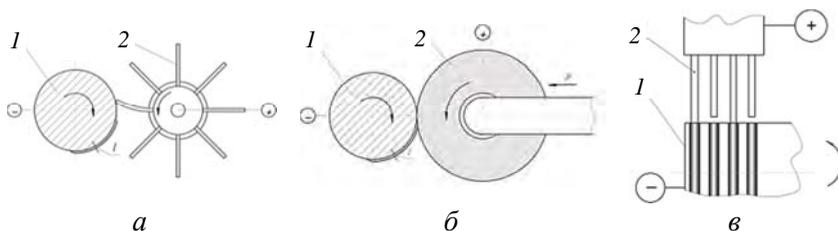


Рис. 5.2. Схемы ЭИЛ в автоматическом режиме:

а – вращающейся щеткой; б – диском; в – многоэлектродной головкой; 1 – обрабатываемая деталь; 2 – электрод; l – толщина формируемого покрытия

Знание этих данных позволяет установить время осаждения покрытия. В качестве электродов зачастую используются материалы с высокой твердостью и износостойкостью: твердые сплавы (в основном на основе карбидов вольфрама и титана), которые получают по традиционной технологии порошковой металлургии, серый или белый чугуны.

Имеется ряд электродов, зарекомендовавших себя с положительной стороны, изготовленных по технологии СВС-прессования и СВС-экструзии под маркой СТИМ, состоящих из твердых сплавов на основе карбида титана с различными связками (сталь, никель, молибден, интерметаллиды).

Измельчению структуры и увеличению сплошности, толщины и износостойкости электроискровых покрытий способствуют наноразмерные добавки (ZrO_2 , Al_2O_3 , W, WC, WC-Co, NbC, Si_3N_4 , алмаз).

При использовании в межэлектродном промежутке СВС-порошков, например Ti + C, на поверхности детали формируется износостойкий слой, состоящий из материала электрода и TiC. При использовании СВС и ЭИЛ в одном процессе можно за один проход получать покрытия с толщиной до 0,3 мм.

Оборудование и приборы

Основным оборудованием является установка типа «Элитрон». Она предназначена для поверхностного упрочнения деталей автомобилей, режущего инструмента, элементов штампов, повышения износостойкости, а также для восстановления деталей машин и оборудования методом электроискрового покрытия.

Установка состоит из генератора импульсов тока (ГИТ) и электродной коммутационной системы (вibrator).

Электрическая блок-схема установки «Элитрон-20» приведена на рис. 5.1.

ГИТ предназначен для генерирования технологического тока, питания обмотки vibratorа, контроля и управления технологическим процессом. Он выполнен в виде настольного прибора (рис. 5.3).

Электрическая схема генератора состоит из источника постоянного тока и зарядно-разрядного блока. Источник постоянного тока собран на трансформаторе и диодах, включенных по мостовой схеме.

На рис. 5.4 изображен vibrator, предназначенный для коммутации разрядной цепи вибрирующим электродом.

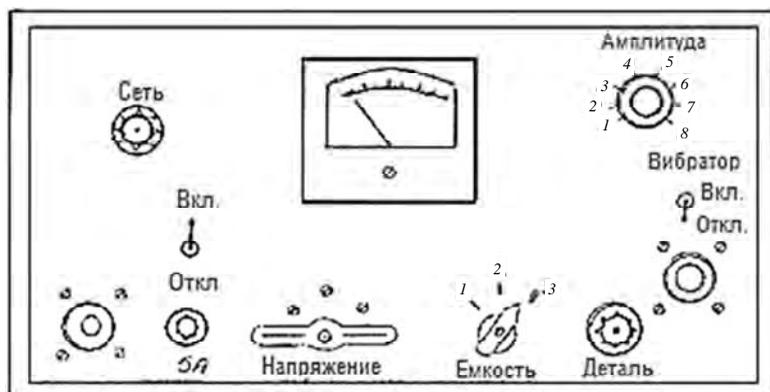


Рис. 5.3. Передняя панель генератора

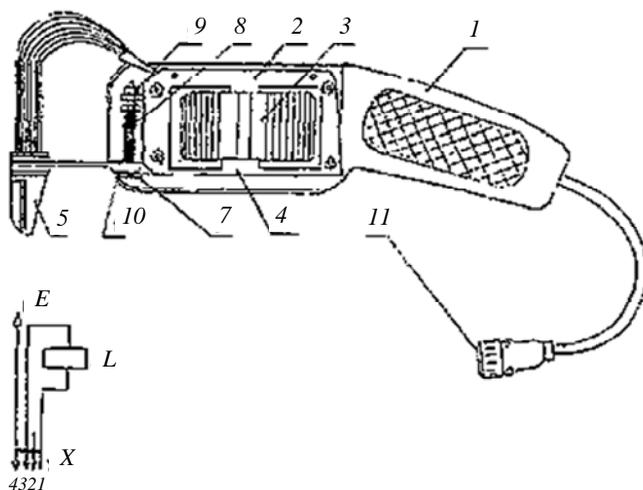


Рис. 5.4. Вибратор:

- 1 – корпус; 2 – сердечник; 3 – катушка; 4 – якорь; 5 – электрододержатель;
 6 – токопровод; 7 – винт; 8 – пружина; 9 – гайка; 10 – стопорная гайка;
 11 – вставка; E – якорь; L – катушка; X – вставка

Его нормальная работа обеспечивает оптимальную производительность при хорошем качестве обработанной поверхности изделия.

В пластмассовом корпусе 1 укреплен сердечник электромагнита 2 с катушкой 3.

На шарнирно закрепленном якоре 4 находится электрододержатель 5 с токопроводом 6.

Зазор между сердечником электромагнита и якорем регулируют винтом 7 (см. рис. 5.4).

Порядок выполнения работы

Если на поверхности обрабатываемой детали образовалась окисная пленка или другие загрязнения, необходимо механическим путем с помощью металлической щетки или наждачной бумаги очистить ее.

От масляных пятен деталь следует очистить 10–15 %-м раствором каустической соды (при 80–90 °С) с последующей промывкой водой такой же температуры и осушкой в потоке горячего воздуха.

Питание обмотки вибратора осуществляется переменным током непосредственно с вторичной обмотки трансформатора.

Амплитуда вибрации регулируется с помощью резистора.

В зависимости от упрочняемого материала и требуемых свойств необходимо выбрать марку электрода, которым провести упрочнение, и подготовить «Элитрон-20» к работе.

1. Установить на панели генератора необходимый режим в соответствии с данными табл. 5.1 (см. рис. 5.2).

2. Вставить в электрододержатель 5 (см. рис. 5.3) выбранный электрод и закрепить его.

3. Подсоединить упрочняемую деталь к катоду (т. е. положить деталь на медную пластину, которая уже подсоединена к прибору).

4. Проверить наличие заземления, наличие резинового коврика под ногами оператора, проводящего упрочнение.

5. Взять вибратор в правую руку и подключить прибор в сеть.

6. Включить тумблер «Вкл.» на панели генератора (см. рис. 5.2).

7. Провести обработку заданной поверхности путем перемещения вибратора круговыми движениями электрода по упрочняемой поверхности.

8. Выключить тумблер «Выкл.» и отключить прибор от сети.

9. «Разрядить» вибратор, прикоснувшись электродом к медной пластине, на которой помещена упрочняемая деталь.

10. Произвести необходимые определения: измерить микротвердость на приборе ПМТ-3; определить сплошность покрытия, используя микроскоп.

Полученные результаты занести в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Результаты испытаний

Материал образца	Режим упрочнения	Микротвердость, МПа	Сплошность покрытия	Примечание

Построить графики зависимости микротвердости и сплошности от режима упрочнения и материала электрода. Оформить отчет по работе.

Отчет о работе

Отчет должен содержать нижеперечисленные пункты.

1. Название и цель работы.
2. Краткие сведения об электроискровом упрочнении поверхностей.
3. Состав оборудования и прибор с приведением технических характеристик и схемы вибратора.
4. Описание методики упрочнения.
5. Таблицу с результатами эксперимента.
6. Анализ результатов и выводы по работе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Некоторые аспекты развития сварочного производства Беларуси // Информационно-технический журнал «Сварщик в Белоруссии». – 2008. – № 2 (27). – С. 5–7.
2. Вансовская, К. М. Гальванические покрытия / К. М. Вансовская. – Ленинград: Машиностроение, 1984. – 199 с.
3. Савич, В. С. Восстановительные технологии при ремонте автомобилей : учебное пособие / В. С. Савич, В. С. Ивашко, В. П. Иванов; под ред. В. С. Савича. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2013. – 528 с.
4. Денисов, А. С. Концепция и задачи по развитию сварочного производства на период до 2015 г. / А. С. Денисов // Сборник материалов 11-го Международного симпозиума «Технологии, оборудование, качество». – Минск, 2008. – С. 57–63.
5. Проблемы и перспективы развития сварочного производства Республики Беларусь / А. Ф. Ильющенко [и др.] // Сборник материалов 11-го Международного симпозиума «Технологии, оборудование, качество». – Минск, 2008 – С. 65–68.
6. Оборудование технического обслуживания автотранспортных средств / В. С. Ивашко [и др.]. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2016. – 368 с.
7. Кудрявцева, Н. Л. Практикум по прикладной электрохимии / Н. Л. Кудрявцева. – Ленинград, 1980. – 342 с.
8. Лазаренко, Н. Н. Электроискровое легирование металлических поверхностей / Н. Н. Лазаренко. – Москва: Машиностроение, 1976.
9. Паспорт ИЕАЖ. 683133.002 ПС. Автомат дуговой сварки типа АДГ602. – 23 с.
10. Сварка в защитных газовых смесях // Информационные материалы ОАО «Завод Уралтехгаз». – Екатеринбург, 2007.
11. Ярошевич, В. К. Технология производства и ремонта автомобилей : учебник / В. К. Ярошевич, А. С. Савич, В. П. Иванов. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2011. – 592 с.
12. Ярошевич, В. К. Технология ремонта автомобилей : лабораторный практикум : учебное пособие / В. К. Ярошевич, А. С. Савич, А. В. Казацкий. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2004. – 392 с.

13. Физико-химические и технологические основы самораспространяющегося высокотемпературного синтеза / Е. А. Левашов [и др.]. – Москва: Бинум, 1999. – 290 с.

14. Электроискровое легирование металлических поверхностей / А. Е. Гитлевич [и др.]. – Кишинев: Штиинца, 1985. – 196 с.

15. Электроэрозионные процессы на электродах и микроструктурно-фазовый состав легированного слоя / под ред. Н. Н. Дорожкина. – Кишинев: Штиинца, 1999 – 570 с.

16. Ямпольский, А. М. Меднение и никелирование / А. М. Ямпольский. – Ленинград: Машиностроение, 1977. – 256 с.

Учебное издание

ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Практикум для студентов специальностей
1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей
(по направлениям)» и 1-37 01 07 «Автосервис»

Составители:

ИВАШКО Виктор Сергеевич
ЛОЙКО Владимир Алексеевич

Редактор *Т. В. Грищенкова*
Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 28.06.2018. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 5,00. Уч.-изд. л. 3,91. Тираж 100. Заказ 1041.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.

