

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Дмитриев Николай Николаевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 09.06.2020 09:17:44  
Уникальный программный идентификатор:  
f7c6227919e4cdbfb4d7b682991f8553b37cafb0

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского»

Колледж автомобильного транспорта и агротехнологий

Технология ремонта и восстановления деталей машин сваркой и наплавкой  
Методические указания к лабораторным работам

Молодёжный 2021

## УДК

Составители:

Т.Е. Бадардинова, преподаватель высшей квалификационной категории колледжа АТ и АТ,

Н.В. Семенчук, преподаватель первой квалификационной категории колледжа АТ и АТ.,

М.Ю. Мурашова, преподаватель первой квалификационной категории колледжа АТ и АТ.

Рекомендовано к печати предметно-цикловой комиссией технических дисциплин Колледжа автомобильного транспорта и агротехнологий

(протокол № 1 от 15 сентября 2021 г)

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по технологии ремонта и восстановления деталей машин сваркой и наплавкой, а также по эксплуатации и техническому обслуживанию технологического оборудования.

Указания могут быть использованы обучающимися колледжа технических специальностей 23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта, МДК 01.02 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта, 35.02.016 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования для самостоятельного изучения ими МДК 02.02 Технологические процессы ремонтного производства.

Рецензенты: П.И. Ильин к.т.н., доцент кафедры ЭМТП ,БЖД и ПО

## **Общие сведения**

Сварка и наплавка нашли широкое применение в авторемонтном производстве. Такое широкое распространение восстановления деталей сваркой обусловлено простотой технологического процесса и применяемого оборудования, возможностью восстановления деталей из различных металлов и сплавов, высокой производительностью и низкой себестоимостью. В основном сварку и наплавку используют при ремонте самых разных машин и механизмов. В настоящее время на сварку и наплавку приходится от 40 до 80% всех восстановленных деталей. Сваркой и наплавкой также можно получить на рабочих поверхностях деталей слои металлов практически любой толщины и заданными свойствами.

Цель настоящего методического указания - помочь освоить обучающимся теоретические вопросы сварки и наплавки, изучить конструкции, правила эксплуатации сварочного оборудования и практического изучения технологии сварки и наплавки.

## **Общие указания**

Каждая лабораторная работа должна выполняться индивидуально на рабочем месте, согласно утверждённому графику.

Перед выполнением лабораторной работы обучающийся должен самостоятельно изучить теоретический материал по теме проводимой лабораторной работы. Во время проведения лабораторных работ необходимо неукоснительно выполнять требования по технике безопасности.

По окончании выполнения работ обучающийся должен убрать рабочее место, ознакомиться с темой следующего занятия

## Лабораторная работа № 1 Источники питания сварочной дуги

**Цель работы:** Изучить требования к источникам сварочной дуги, ее конструкцию и правила эксплуатации.

**Задание 1.** Ознакомиться с требованиями, предъявляемыми к источникам питания сварочной дуги.

2. Изучить режимы работы источников питания сварочной дуги.

3. Изучить конструкцию и принципы работы сварочного трансформатора, выпрямителя преобразователя.

4. Изучить правила подключения, эксплуатации источников питания сварочной дуги.

5. Изучить правила подбора кабелей, защитных стекол для электросварщика.

**Оснащение рабочего места:** Сварочный трансформатор ТД-102; выпрямители ВД-306; ВДУ-506 и сварочный преобразователь ПСО-500; плакаты, кабели, электродержатели, защитная маска.

### Общие сведения

Электрическая дуга представляет собой особый вид нагрузки, отличающийся от других потребителей энергии тем, что для зажигания дуги требуется напряжение значительно выше, чем для его горения. Дуга горит с перерывами, во время которых электрическая дуга либо разрывается, либо происходит короткое замыкание. Во время горения дуги напряжение ее меняется с изменением длины дуги, меняется и сварочный ток.

Эти особенности дуги обуславливают следующие требования к источникам питания:

1. Источники питания сварочной дуги должны иметь устройство для регулирования силы тока, с ограничением максимального значения ( $I_{\max}$ );

2. Ток короткого замыкания ( $I_{к.з.}$ ) должен быть определенной величины, достаточной для зажигания дуги и безопасной для источника питания;

3. Напряжение холостого хода ( $U_{x.x}$ ) должно обеспечивать быстрое зажигание дуги и безопасность для сварщика;

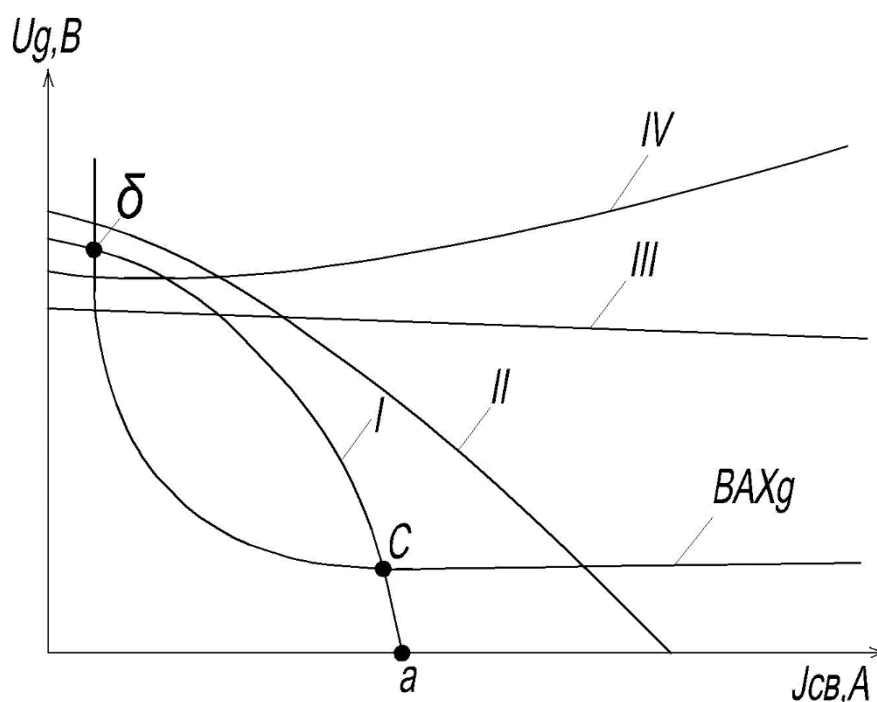
4. Время восстановления напряжения от нуля ( $U_{к.з.}$ ) до рабочего напряжения ( $U_p$ ) не более 0,3 сек. Все изложенные требования учитываются внешней вольтамперной характеристикой источников питания (см. рисунок 1.1).

Для ручной дуговой сварки (РДС) и сварки в среде защитных газов неплавящимся электродом используют источники с крутопадающей характеристикой.

Работа источника питания обычно происходит периодическими включениями и выключениями нагрузки и характеризуется продолжительностью работы (ПР) или продолжительностью нагрузки (ПН), что равнозначно. Эти величины выражаются в процентах и определяются по формуле (1.1)

$$ПР=ПН=\frac{t_{св}}{t_{св} + t_{ч.ч.}} \cdot 100\%, \quad (1.1)$$

где  $t_{св}$  – продолжительность сварки;  $t_{x.x}$  – продолжительность холостого хода.



I – крутопадающая, II – пологопадающая, III – жесткая, IV – возрастающая.

Рисунок 1.1 – Внешние вольтамперные характеристики источников питания

Величина ПР(ПН) для источников РДС составляет 60%. Продолжительность цикла ( $t_{ц}=t_{св}+t_{х.х}$ ) для источников переменного тока – 300 сек (5 мин), а для источников постоянного тока- 300 и 600 сек. Если вместо холостого хода в перерывах происходит отключение источника питания (пауза), то такой режим называется повторно-кратковременным (ПВ). Он также определяется в процентах по формуле (1.2)

$$ПВ = \frac{t_{св}}{t_{св} + t_{п}} \cdot 100\%, \quad (1.2)$$

где  $t_{п}$  – время паузы, при котором отсутствует потеря энергии, имеющаяся при холостом ходе ( $t_{х.х}$ ).

Повторно-кратковременный режим используют при работе сварочными полуавтоматами. Постоянный режим (ПВ=100%) используют для установок автоматической сварки.

Сварочный ток, напряжение и мощность, при которых не происходит перегрева источника в максимальном расчетном режиме, называются номинальными.

Источники питания сварочной дуги в зависимости от рода применяемого тока подразделяются следующим образом:

1. Источники питания дуги переменного тока;
2. Источники питания дуги постоянного тока.

К источникам питания дуги переменного тока относятся:

- сварочные трансформаторы;
- сварочные генераторы переменного тока повышенной частоты.

К источникам постоянного тока относятся:

- сварочные преобразователи;
- сварочные выпрямители;
- сварочные агрегаты.

Источники питания дуги имеют обозначения, состоящие из буквенной и цифровой части.

Первая буква-тип изделия (В – выпрямитель, Т – трансформатор, Г – генератор, У – установка).

Вторая буква – тип сварки (Д – дуговая, П –плазменная).

Третья буква – способ сварки (Г – в защитных газах, Ф-под флюсом, У – универсальные источники). Отсутствие третьей буквы (Г, Ф, У) обозначает ручную дуговую сварку штучными электродами.

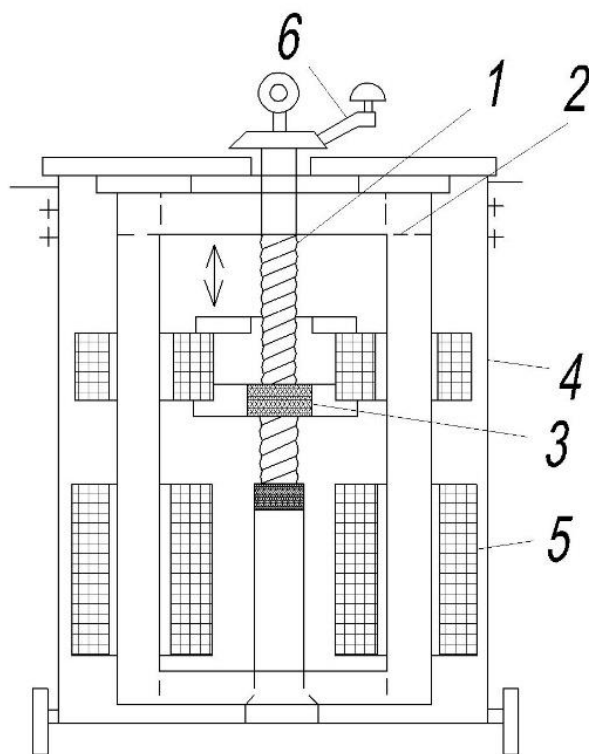
Четвертая буква характеризует назначение источника (М – многопостовая, И – импульсная сварка).

Две или одна цифра после букв – номинальный сварочный ток в сотнях ампер, две последующие цифры – регистрационный номер изделия, следующие буквы – климатическое исполнение (Т – для эксплуатации в тропическом климате, У – умеренный климат, Х – холодный климат).

## Сварочный трансформатор ТД-102У2

К однофазным сварочным трансформаторам относится большая группа трансформаторов серии ТД (см. рисунок 1.2). По своей электромагнитной схеме эти трансформаторы с увеличенным (развитым) магнитным рассеянием и подвижными обмотками. Они снабжены механическими регуляторами тока в виде ходового винта, пропущенного через ярмо стержневого магнитопровода и ходовую гайку обоймы подвижной обмотки.

Ходовой винт вращается вручную рукояткой и передвигает вторичную обмотку. Стержневой магнитопровод состоит из набора листовой стали, толщиной 0,5 мм, с высокой магнитной проницаемостью.



1 – ходовой винт, 2 – магнитопроводы, 3 – ходовая гайка, 4 и 5 – вторичная и первичная обмотка, 6 – рукоятка

Рисунок 1.2 – Сварочный трансформатор

Первичная обмотка неподвижная, вторичная подвижная. При перемещении обмоток изменяется магнитное поле рассеяния. При увеличении расстояния увеличивается индуктивное сопротивление рассеяния, и ток уменьшается

наоборот. При этом вторичное напряжение холостого хода практически остается неизменным.

Для расширения возможности регулирования тока без увеличения массы (длину магнитопровода) магнитопровода применяют плавно-ступенчатое регулирование.

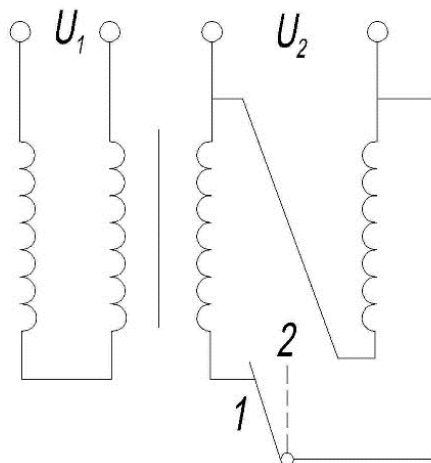
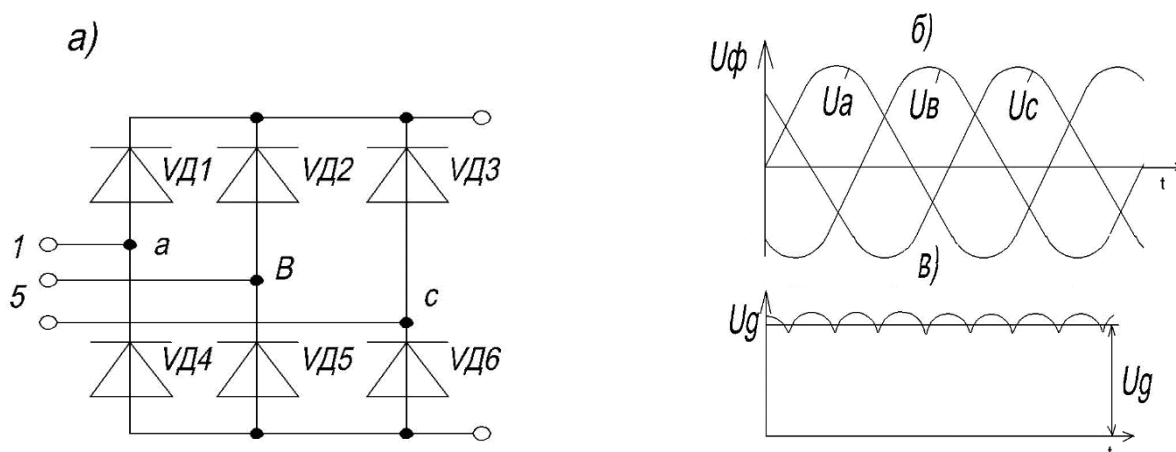


Рисунок 1. 3 – Электрическая схема сварочного трансформатора ТД-102

При больших токах (см. рисунок 1.3) катушки первичной обмотки включены последовательно, а вторичной обмотки – параллельно (поз.1), при переходе на малые токи одна катушка вторичной обмотки отключается (поз.2).

## Сварочный выпрямитель ВД-306

В сварочном выпрямителе ВД-306 применена трехфазная мостовая схема выпрямителя (см. рисунок 1.4) с падающей характеристикой. Пульсация его становится шестифазной с частотой 300 Гц. Выпрямленный ток имеет жесткую внешнюю характеристику. При увеличении индуктивного сопротивления характеристика получается падающей.



а – схема; б – синусоиды каждой фазы; в – выпрямленный ток;  
а, в, с – вторичные обмотки силового трансформатора; ВД1... ВД6 – диоды;  
 $U_a, U_b, U_c$  – фазовые напряжения;  $U_g$  – выпрямленное напряжение.

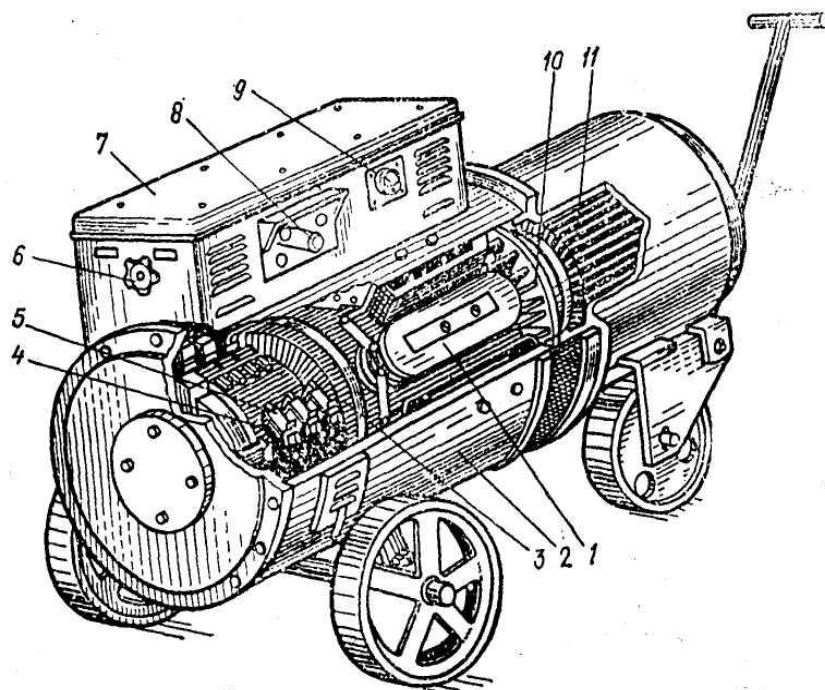
Рисунок 1.4 – Трехфазная мостовая схемы выпрямителя

Выпрямители ВД-306 изготавливаются с механическим трансформаторным регулированием, изменение диапазонов обеспечивается переключением первичных, а также вторичных обмоток трансформаторов с «треугольника» на «звезду». Плавное регулирование в пределах диапазона осуществляется путем перемещения катушек вторичной обмотки ходовым винтом. Выпрямительный мост состоит из шести кремниевых диодов В-200. Охлаждение вентиляей воздушное, принудительное. Работа вентиляции контролируется ветровым реле.

## Преобразователь ПСО-500

Преобразователь ПСО-500 (см. рисунок 1.5) состоит из корпуса, внутри которого закреплены электромагнитные полюсы генератора. Якорь генератора находится на общем валу с асинхронным двигателем. На валу между генератором и электродвигателем установлен вентилятор для охлаждения преобразователя. На магнитных полюсах расположены катушки с обмотками. Якорь имеет продольные пазы, куда уложена изолированная обмотка, концы которой припаяны к пластинам коллектора. Сварочный ток снимается с коллектора угольными щетками.

На рисунке 1.6 показана электромагнитная схема генератора ПСО-500. На корпусе генератора прикреплены полюсы N и S (основные и дополнительные). При вращении якоря по коллектору скользят токосъемные щетки а, в и с. Щетки а и в – основные, щетка с – дополнительная.



1 – генератор; 2 – корпус; 3 – якорь; 4 – коллектор; 5 – токосъемник; 6 – маховик; 7 – коробка; 8 – зажимы; 9 – амперметр; 10 – вентилятор; 11 – электродвигатель.

Рисунок 1.5 – Сварочный преобразователь ПСО-500

Обмотка самовозбуждения ОС питается током от основной и дополнительной щетки с токосъемника якоря. При вращении якоря в его обмотке индуцируется ЭДС за счет остаточного магнитного поля главных полюсов. Через щетки а и с в обмотку самовозбуждения начинает поступать ток, образуя магнитный поток  $\Phi_c$ , который дополнительно индуцирует ЭДС в обмотке якоря, создавая через щетки а и в напряжение холостого хода на выходных зажимах генератора. При сварке в обмотке появится электрический ток, который образует размагничивающий магнитный поток  $\Phi_{II}$ , направленный против потока  $\Phi_c$ , уменьшающий ЭДС генератора и напряжение на дуге. Совместное действие магнитных потоков  $\Phi_c$  и  $\Phi_{II}$  обеспечивает падающую внешнюю характеристику генератора. Регулировка сварочного тока осуществляется реостатом в больших и малых диапазонах.

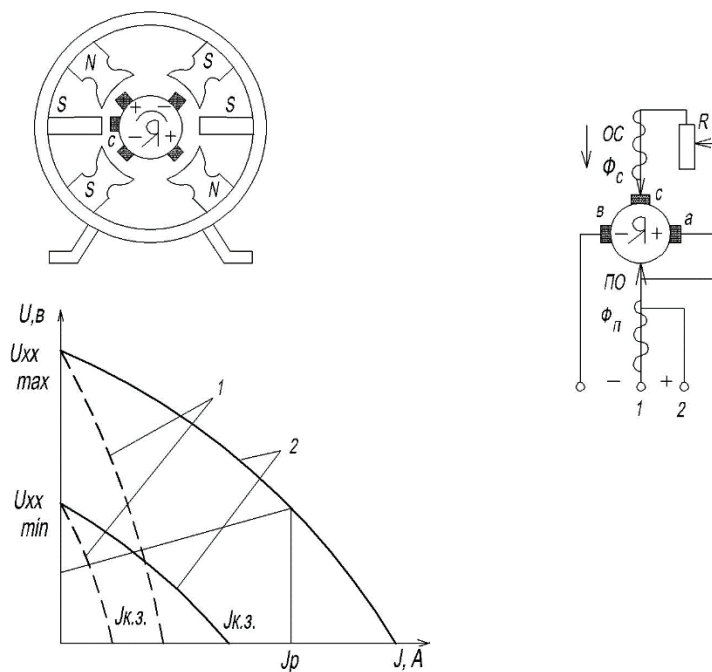


Рисунок 1.6 – Схемы генератора ПСО-500 при работе на диапазоне малых токов (1), больших токов (2).

## Основные правила эксплуатации источников сварочной дуги

Перед началом эксплуатации необходимо тщательно изучить конструкцию и правила монтажа пуска, эксплуатации и ТО источников питания сварочной дуги по инструкции, входящие в комплект их поставки.

Перед началом эксплуатации источник питания должен быть очищен от пыли, проверен в соответствии с паспортной инструкцией. Затем необходимо заземлить корпус и зажим второй цепи, идущей к изделию.

Перед включением трансформатора в сеть необходимо удалить его смазку, затем продуть сухим сжатым воздухом, проверить мегомметром на 500 В сопротивление между обмотками и корпусом, устранить недостатки, обнаруженные в ходе осмотра.

Подключение источников питания сварочной дуги должен выполнять электромонтажник, имеющий группу по электробезопасности не ниже третьей.

Работать на сварочном выпрямителе разрешается электросварщику, имеющему удостоверение на право производства работ, а также группу по электробезопасности не ниже второй.

Сварщик в обязательном порядке должен иметь на рабочем месте следующие инструменты: стальная проволочная щетка, зубило, молоток, зубило с рукояткой, пассатижи.

Сварочный кабель должен быть гибким и по длине не превышать 40 м. По сечению кабель подбирают в зависимости от наибольшей величины сварочного тока:

1.  $I_{св} \leq 240 \text{ А}; S_{каб} = 25 \text{ мм}^2;$
2.  $I_{св} \leq 300 \text{ А}; S_{каб} = 30 \text{ мм}^2;$
3.  $I_{св} \leq 400 \text{ А}; S_{каб} = 50 \text{ мм}^2;$
4.  $I_{св} \leq 500 \text{ А}; S_{каб} = 70 \text{ мм}^2;$

Сращивание коротких кусков кабеля осуществляют соединителями заводского изготовления Мс-2.

Защитные стекла (светофильтры) предназначены для защиты глаз от лучей

сварки и брызг металла и выпускаются 13 классов (номеров) типа С, рассчитанные для применения при сварке на токах от 5 до 1000 А.

Номер светофильтра подбирают в зависимости от тока, состава свариваемого металла, вида дуговой сварки. Размер светофильтра  $52 < 102$  мм, снаружи светофильтры защищены обычным стеклом.

При сварке покрытыми электродами при силе тока:

1. 1=100А. фильтры С5
2. 1=200А. фильтры С6
3. 1=300А. фильтры С7
4. 1=400А. фильтры С8
5. 1=500А. фильтры С9

Сварщик должен быть снабжен спецодеждой. К спецодежде сварщика относятся: куртки, брюки, рукавицы, также средства и индивидуальной защиты, резиновый коврик, резиновые перчатки и галоши.

## **Форма отчета**

1. Цель работы;
1. Задание;
2. Оснащение рабочего места;
3. Внешние вольтамперные характеристики источников питания сварочной дуги;
4. Электромагнитные схемы сварочного трансформатора ТД-102, сварочного выпрямителя ВД-306, преобразователя ПСО-500.
5. Краткое описание режима работы, правил монтажа, пуска и эксплуатации источников питания сварочной дуги, подбора сварочных кабелей и защитных стекол.

## **Контрольные вопросы.**

1. Что называют внешней вольтамперной характеристикой источников питания дуги?
2. В каком режиме работают различные источники питания дуги?
3. Объясните буквенные обозначения источников питания дуги?
4. Конструкция и принципы работы трансформатора ТД-1024.
5. Конструкция и принцип работы сварочного выпрямителя ВД-306.
6. Конструкция и принцип работы сварочного преобразователя ПСО-500.
7. Основные правила монтажа, пуска и эксплуатации источников питания дуги.
8. Основные правила подбора сварочных кабелей и защитных светофильтров.

## Лабораторная работа № 2 Ручная дуговая сварка

**Цель работы:** Освоить технологию ручной дуговой сварки деталей сельскохозяйственных машин.

- Задание:**
1. Изучить технику безопасности при выполнении сварочных работ.
  2. Изучить основные типы сварочных соединений и классификацию сварочных соединений.
  3. Подготовить детали под сварку и выбрать режим сварки.
  4. Произвести сварку, определить дефекты сварного шва и рассчитать коэффициент наплавки;
  5. Составить отчет.

**Оснащение рабочего места:** Сварочный пост, сварочный выпрямитель ВД-306У, щиток сварщика, брезентовый костюм и рукавицы сварщика, сварочные кабели с электрододержателем, напильники, зубило, молоток и клещи, секундомер, лупа.

### Техника безопасности при выполнении сварочных работ

Основными источниками опасности при выполнении работ являются:

1. Ультрафиолетовые и инфракрасные излучения сварочной дуги;
2. Брызги и выбросы расплавленного металла при сварке и наплавке;
3. Поражение электрическим током и механические травмы.

Основными вредными производственными факторами являются: выделения вредных паров, газов и аэрозолей (взвешенных в воздухе частиц окислов металлов, минералов, пыли и др.)

При выполнении сварочных работ необходимо выполнять следующие требования:

1. Рабочее место сварщика должно находиться в чистоте и порядке, не допуская ничего лишнего на рабочем месте и проходах.
2. Детали и заготовки должны находиться в устойчивых положениях.

3. Не располагать сварочные кабели с газосварочными шлангами и трубопроводами или по участкам с высокой температурой, а также вблизи кислородных баллонов и ацетиленовых генераторов.
4. Сварку производить только по разрешению преподавателя или лаборанта.
5. Сварочные работы производить только при включенной вентиляции, хорошем освещении, в специальном костюме сварщика и рукавице с использованием защитной маски с соответствующими защитными фильтрами.
6. Одежда работающего сварщика должна быть закрытой, волосы спрятаны под головной убор.
7. Не производить никаких переключений и присоединений в электрических цепях.
8. При снятии детали после сварки необходимо пользоваться клещами.

### **Общие сведения**

Термины и определения основных понятий по сварке металлов устанавливает ГОСТ 2601-81. Сварные соединения подразделяются на несколько типов, определяемых взаимным расположением сварных деталей. Основными из них являются стыковые, угловые, тавровые и нахлесточные соединения (см. Рисунок 2.1 – 2.4).

**Стыковым соединением** называют соединение двух элементов, примыкающих друг к другу торцевыми элементами. ГОСТ 5264 – 80 предусматривает 32 типа стыковых соединений, условно обозначенных С1, С2....С28 и т.д., имеющих различную подготовку кромок (см. рисунок 2.2).

**Угловым соединением** называют соединение двух элементов, расположенных под углом и сваренных в месте примыкания их краев (см. рисунок 2.2). Стандартом предусмотрено 10 типов угловых соединений, условно обозначены от У1 до У10.

**Тавровым соединением** называют соединение двух элементов, в котором

торец одного элемента примыкает под углом к боковой поверхности другого элемента и приварен к ней угловыми швами (см. рисунок 2.3). Предусмотрено несколько типов тавровых соединений с Т1 по Т9.

**Нахлесточным соединением** называют сварное соединение, в котором сваренные угловыми швами элементы расположены параллельно и частично перекрывают друг друга (см. рисунок 2.4). Стандартом предусмотрено два типа соединения: Н1 и Н2.

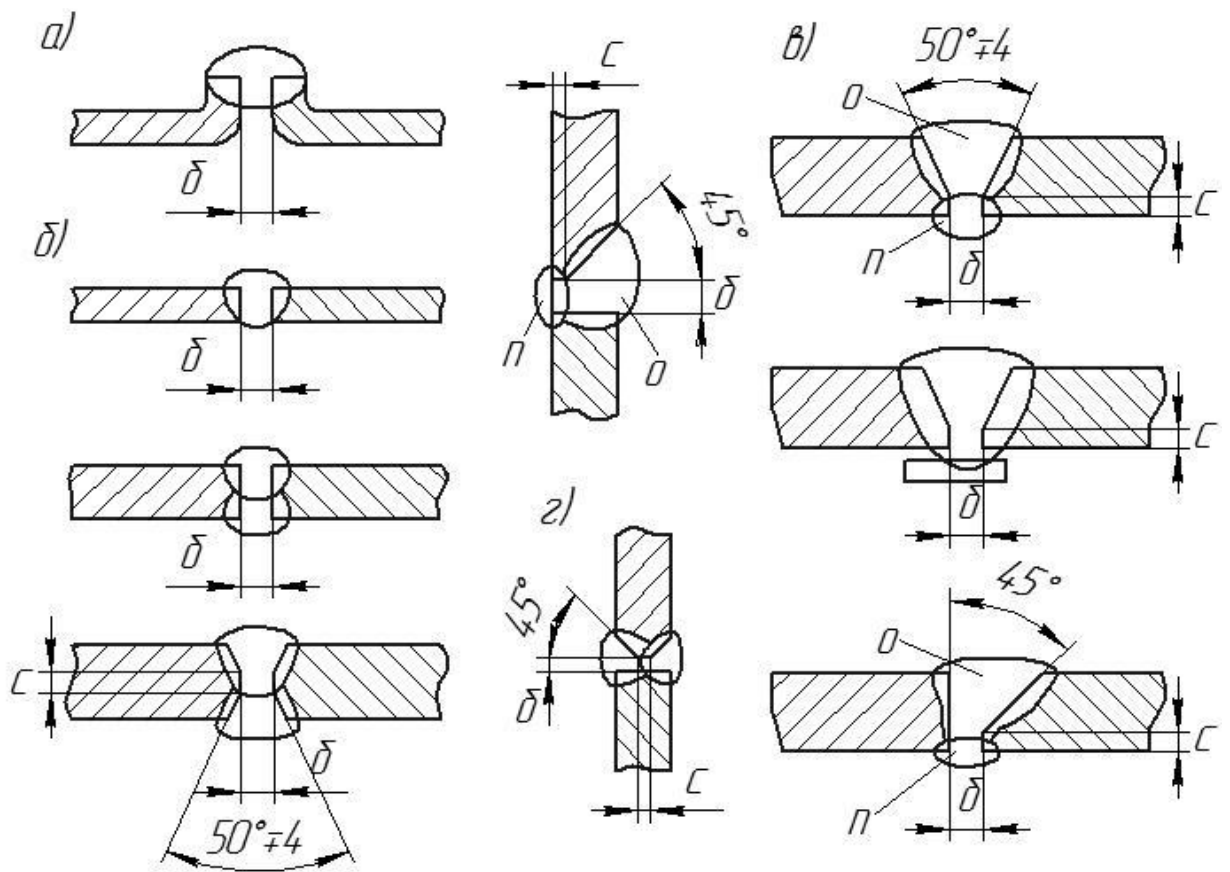
Сварные швы конструкций из металлов классифицируются по ряду признаков: по положению относительно действующей силы  $P$ , швы могут быть лобовыми, фланговыми и косыми (см. рисунок 2.4 д). Лобовой шов расположен перпендикулярно направлению силы  $P$ , фланговый – параллельно, а косой – под углом.

Согласно ГОСТ 11969 – 79, положение сварочного шва определяется углом наклона продольной оси шва –  $\alpha$  и углом поворота поперечно его оси –  $\beta$  относительно их нулевого положения. В таблице 2.1 показаны схемы различных положений и их обозначений. По удобству и легкости выполнения самое лучшее положение – это Л и Н, затем положения усложняются в таком порядке Пв, Пг, В, Г, Пп и П.

Сварные швы различаются по их протяженности и бывают непрерывными и прерывными. При сборке конструкций под сварку часто употребляют сварочные швы – прихватки, которые ставят с перерывами для предварительного закрепления конструкции.

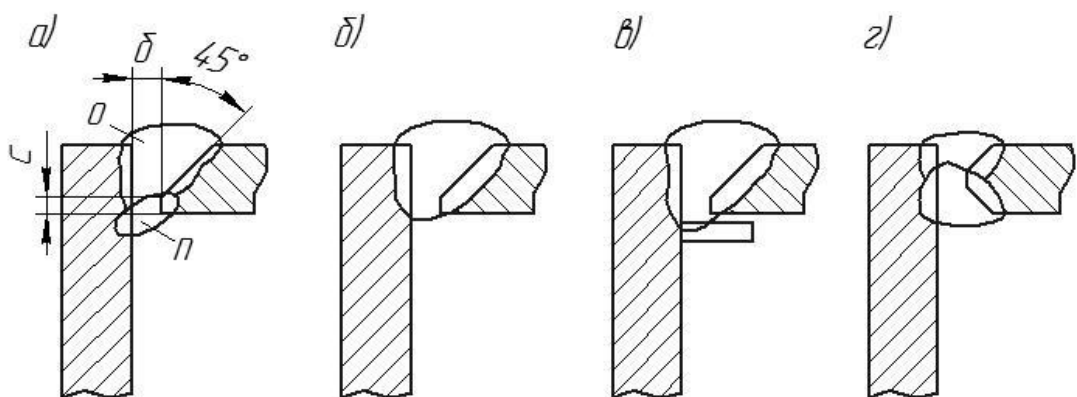
По внешней форме и количеству наплавленного металла различают швы выпуклые и вогнутые. Швы могут быть однослойными и многослойными.

Ручная дуговая сварка и наплавка при ремонте машин используется для устранения трещин, вмятин, пробоев, изломов и т.д.



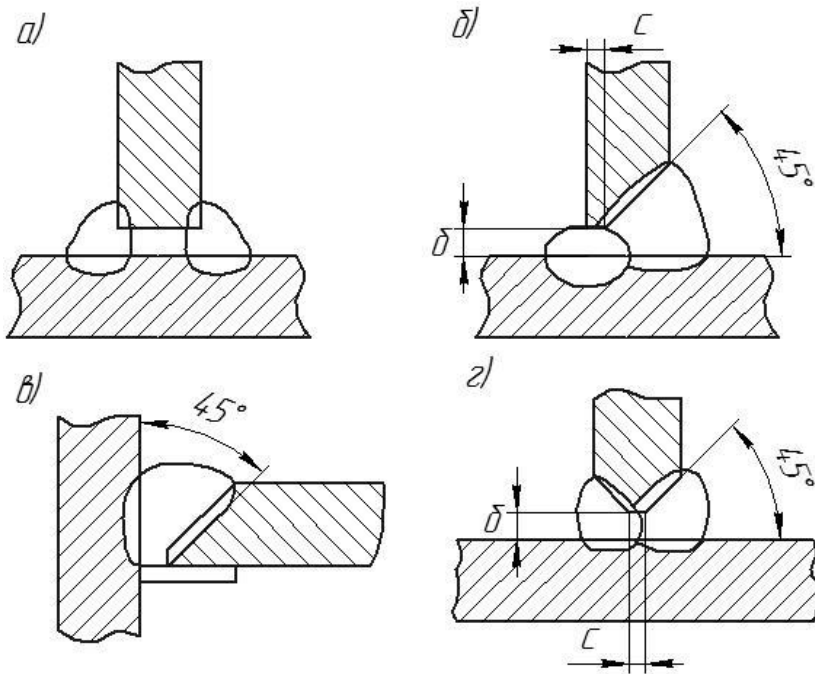
*a* – подготовка кромок в виде отбортовки (толщина элемента 1–4 мм); *б* – подготовка кромок без скоса; *в* – подготовка кромок со скосом; *г* – подготовка кромок стали толщиной 8–120 мм

Рисунок 2.1 – Стыковые соединения и швы



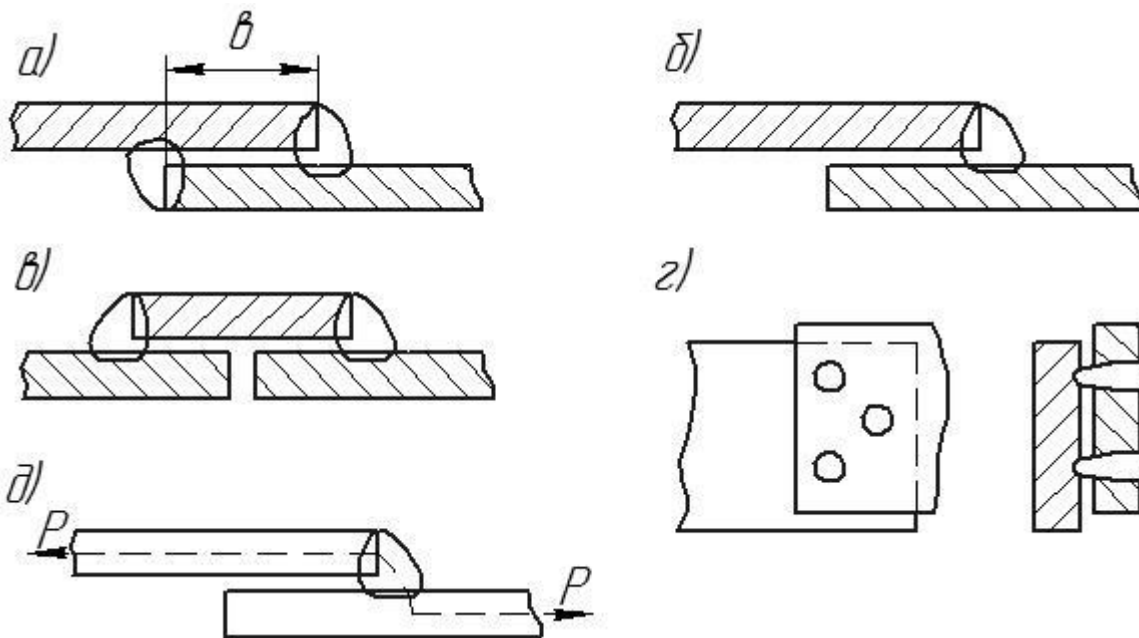
*a* – с подварочным швом (толщина металла 3–60 мм); *б* – без подварочного шва; *в* – со стальной прокладкой; *г* – с двухсторонней разделкой примыкающего элемента (толщина металла 8–100мм)

Рисунок 2.2 – Угловые соединения и швы



*a* – для металла толщиной 2-40 мм; *б* – толщиной 3–60 мм;  
*в* – соединение с подкладкой; *г* – соединение с двусторонним скосом кромок  
(толщина металла 8-400 мм)

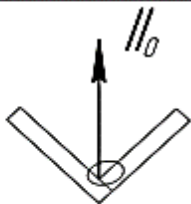
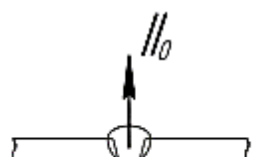

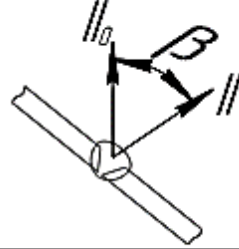
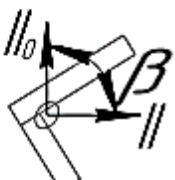
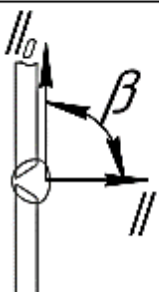
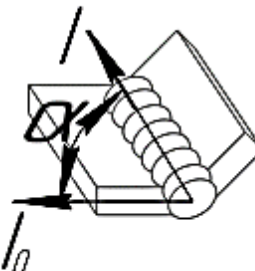
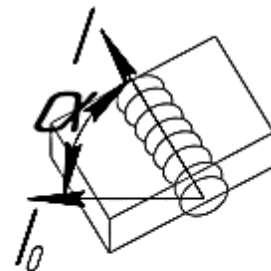
Рисунок 2.3 – Тавровые соединения и швы



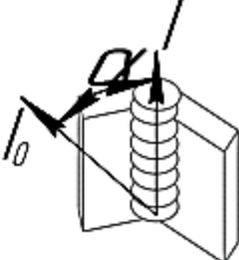
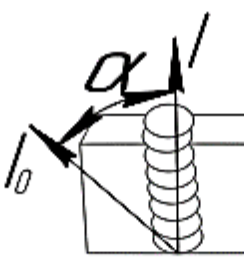
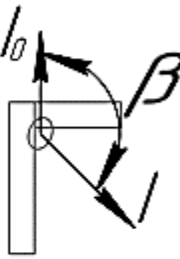
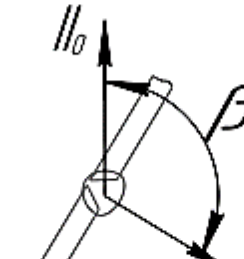
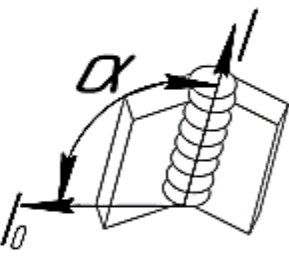
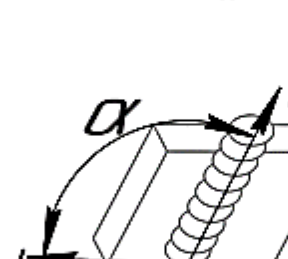
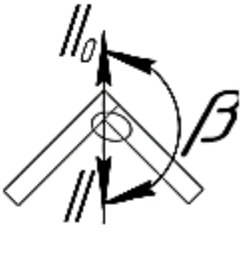
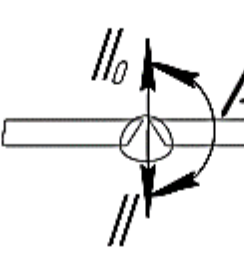
*a* – с приваркой двух торцов; *б* – с приваркой одного торца; *в* – соединение с накладкой; *г* – соединение с точечными швами; *д* – действие растягивающих нагрузок на сварное соединение

Рисунок 2.4 – Нахлесточные соединения и швы

Таблица 2.1 –Обозначение основных положений сварки плавлением

Наименование основных положений	Обозначение	Тип сварного шва		Углы, град	
		угловой	стыковой	$\alpha$	$\beta$
«В лодочку»	Л		—	0	0
Нижнее	Н		—	0	45
		—		0	0
Полугоризонтальное	Пг	—		0	45
Горизонтальное	Г			0	90
				45	—

Продолжение таблицы 2.1

Вертикальное	В			90	—
Полупотолочное	Пп			0	135
				135	0
Потолочное	П			0	180
<p>Примечания: 1. Предельные отклонения во всех положениях <math>\pm 10^\circ</math>. 2. <math>I_0</math> и <math>I</math> – положение продольной оси шва; <math>II_0</math> и <math>II</math> – положение поперечной оси шва.</p>					

## Порядок выполнения работы

### 1. Подготовка деталей под сварку

Подготовка деталей под сварку заключается в правке, очистке, разметке, разделке кромок.

В таблице 2.2 приведены способы подготовки поврежденного участка детали. В зависимости от конструкции детали и исходя из рекомендаций, выбрать способ подготовки детали к сварке. Составить технологию и подготовить деталь к сварке.

Таблица 2.2 – Способы подготовки деталей перед сваркой

Дефект	Способ подготовки поврежденного участка к сварке	Инструмент
Трещина	Зачистка до металлического блеска поверхности вокруг трещины на ширину 12...15 мм. Вырубка канавки вдоль трещины на глубину $\frac{1}{2}$ и ширину $\frac{2}{3}$ от толщины стенки	Бормашина, стальная щетка, шабер, напильник. Бормашина, зубило, крейцмейсель, сверло 3 мм
Пробоина	Зачистка до металлического блеска поверхности вокруг пробоины. Изготовление заплаты из стали Ст3 толщиной 2..2,5 мм. При расположении пробоины в стенке с необработанной поверхностью, заплату изготовить внахлест, в стенке с обработанной поверхностью – впотай.	То же, что и при зачистке трещины. Механические ножницы, зубило, молоток.
Облом	Изготовление ремонтной детали по форме обломанной части Зачистка скосов $3 \times 45^0$ в местах стыковки основной и ремонтной деталей	Ножовка, напильник Бормашина, напильник.
Износ резьбовых отверстий	Рассверливание отверстия до полного снятия старой резьбы (при диаметре отверстия менее 12 мм – зенкование отверстия).	Сверло (зенкер).

## 2.Выбор режима ручной дуговой сварки

Под режимом сварки понимают основные показатели, определяющие процесс сварки, которые устанавливаются на основе исходных данных и должны неукоснительно выполняться для получения сварного соединения требуемого качества, установленного нормативно-технической документацией.

К ним относятся: марка электрода, его диаметр, сила и род сварочного тока, полярность при постоянном токе, число слоев в шве.

В зависимости от марки свариваемого металла и его толщины подбирают тип и марку электродов. Диаметр электрода выбирается в зависимости от положения сварочного шва и толщины свариваемого металла.

При ремонте машин в большинстве случаев сварку ведут в нижнем положении. При нижнем положении сварки диаметр электрода можно определить по таблице 2.3.

Таблица 2.3–Зависимость диаметра электрода от толщины свариваемого металла

Толщина свариваемого металла, мм	1–2	3	4–5	6–12	13 и более
Диаметр электрода, мм	1,5–2	3	3–4	4–5	5 и более

Силу сварочного тока для сварки в нижнем положении определяют приближенно по формуле (2.1)

$$J_{св}=Kd_э, \quad (2.1)$$

где  $J_{св}$  – сила сварочного тока, А;  $d_э$  – диаметр электрода, мм.  $K$ – коэффициент, А/мм, принимаемый в зависимости от диаметра электрод, мм (см. таблицу 2.4).

При сварке в вертикальном положении сила тока уменьшается на 10...20%, при сварке горизонтальных швов на 15..20% и сварке потолочных швов – на 20...25%. Многослойные швы выполняют, как правило, электродами одного диаметра при одинаковой силе тока. Многослойные швы при ремонте машин применяют в основном при сварке ответственных, особо нагруженных деталей толщиной более 20...25 мм.

Таблица 2.4 – Зависимость коэффициента  $K$  от диаметра электрода

Диаметр электрода, мм	1–2	3–4	5–6
Коэффициент $K$ , А/мм	25–30	30–45	45–60

Марка электрода выбирается в зависимости от рода тока источника питания и марки свариваемых материалов.

Малоответственные детали сваривают электродами с тонкой обмазкой, которые изготавливают из проволоки св-08, например МР-3. сварку можно вести на постоянном токе обратной полярности и на переменном токе.

После определения режима сварки необходимо определить вес свариваемых деталей и заполнить таблицу 5. Выполняют эскиз подготовленной к сварке детали.

### 3. Сварка детали

После проведения подготовительных работ по сборке конструкций, проверке, наладке и настройке оборудования, присоединения кабеля к источнику питания и электродержателю, подсоединения защитного заземления и обратного кабеля к конструкции сварщик приступает к работе.

Первая операция для сварки – зажигание дуги. Зажигание дуги производится прикосновением конца электрода, зажато в электродержателе, к изделию и отрывом его от изделия на 3...5 мм.

Обычно дугу зажигают двумя приемами: в «в притык» – путем замыкания электрода на деталь и отрыва его от детали и «спичкой» – скользящим движением конца электрода по изделию, похожим на зажигание спички (см. рисунок 2.6 а). После зажигания дуги сварщик плавно манипулирует концом электрода по кромкам соединения (см. рисунок 2.6 б), осуществляя поперечные и продольные перемещения электрода и наблюдая через защитное стекло маски за проплавлением кромок и формированием шва. Поперечные перемещения конца электрода 1,2 и 3 (см. рисунок 2.6 б) применяют наиболее часто, перемещения 4, 6 применяют для лучшего расплавления кромок, перемещения 5 – для лучшего проплавления корня шва.

Таблица 2.5 – Режимы сварки

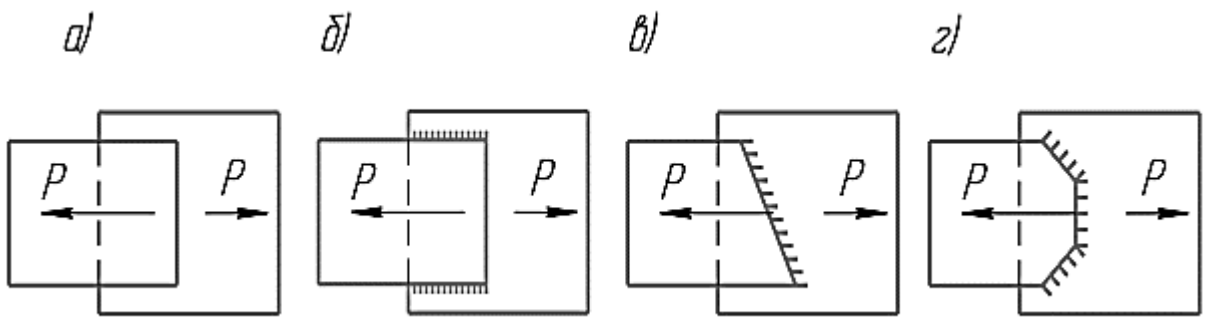
Марка материал детали	Толщина материала, мм	Диаметр электрода, мм	Марка электрода	Сварочный ток, А	Полярность	Тип соединения	Положение шва	Вес до наплавки, г	Вес после наплавки, г	Коэффициент наплавки, г/а.ч.

При сварке первого слоя многослойного шва, сварке тонкого металла и сварке опиранием на толстое покрытие поперечных движений не делают, и ширина шва (валика) обычно равна  $(0,8 \dots 1,2) d_э$ . При сварке с поперечным движением ширина однопроходного шва равна  $(2 \dots 4) d_э$ . Длина дуги при сварке должна быть в пределах  $(0,5 \dots 1,2) d_э$ . Чрезмерное увеличение длины дуги приводит к увеличению разбрызгивания и ухудшению качества сварки вследствие повышенного контакта расплавленного металла с воздухом. Недопустимо также чрезмерное уменьшение длины дуги, так как это ухудшает формирование шва и может привести к короткому замыканию, а иногда и к приварке электрода.

#### 4. Завершение работы

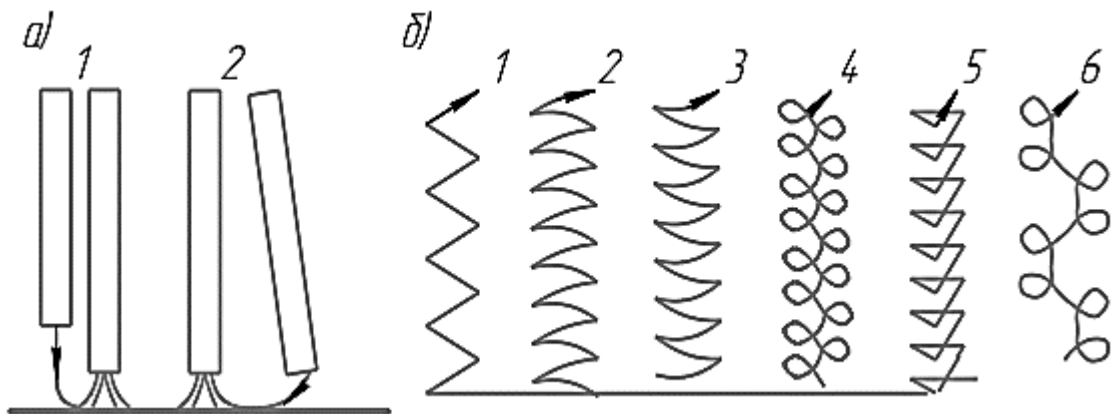
После завершения сварочных работ, деталь остужают до комнатной температуры, очищают от шлака, взвешивают и заносят результаты взвешивания в таблицу 5. Выполняют эскиз детали, описывают форму шва: толщину шва – а, глубину провара – s, ширину провара – l, высоту выпуклости – q (см. рисунок 7). С помощью лупы определяют дефекты сварочного шва и наносят на эскиз детали. В отчете привести анализ причин дефектов сварочного шва и заключение о качестве сварочного шва.

#### 5. Составить отчет



*а* – лобовой; *б* – фланговый; *в* – косой; *г* – лобовой и косые швы.

Рисунок 2.5 – Расположение швов относительно действующего усилия  $P$



*а* – зажигание дуги; *б* – схемы движения конца электрода; 1, 2 и 3 – часто применяющиеся движения; 4, 6 – для проплавления кромок; 5 – для проплавления середины шва

Рисунок 2.6 – Манипуляции электродом

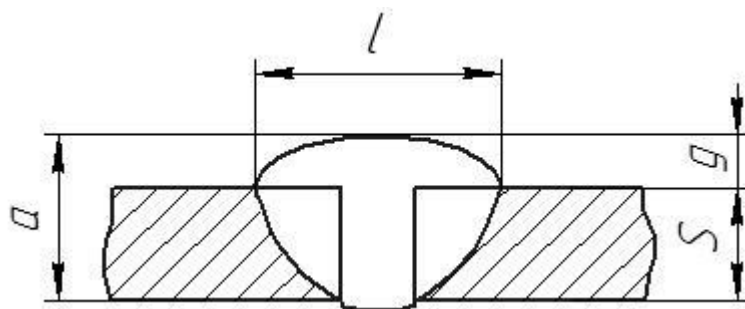


Рисунок 2.7 – Однопроходной стыковой шов

## **Форма отчета**

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Задание.
4. Эскизы основных типов сварных соединений.
5. Таблица режимов сварки.
6. Эскиз детали до сварки и после сварки.
7. Описание формы шва и основных дефектов.
8. Анализ дефектов и заключение о качестве шва.

## **Контрольные вопросы**

1. Техника безопасности при выполнении сварочных работ.
2. Типы сварных швов и их классификация по положению.
3. Порядок подготовки детали к сварке.
4. Выбор режима ручной дуговой сварки.
5. Основные дефекты сварочных швов.

## **Лабораторная работа № 3 Технология восстановления изношенных деталей наплавкой под слоем флюса**

**Цель работы:** Изучить и освоить технологию восстановления изношенных деталей наплавкой под слоем флюса.

- Задание:**
1. Изучить оборудование для наплавки под слоем флюса;
  2. Определить и рассчитать режимы наплавки для восстановления детали;
  3. Произвести наплавку восстанавливаемой детали;
  4. Произвести оценку качества восстанавливаемой детали;
  5. Составить отчет.

**Оснащение рабочего места:** стенд У-653; выпрямитель ВДУ-505; сварочная проволока СВ-08; СВ-30ХГСА, плавный флюс АН-348; защитная маска, штангенциркуль ШЦ II-250; гаечные ключи, плоскогубцы, кузнечные клещи.

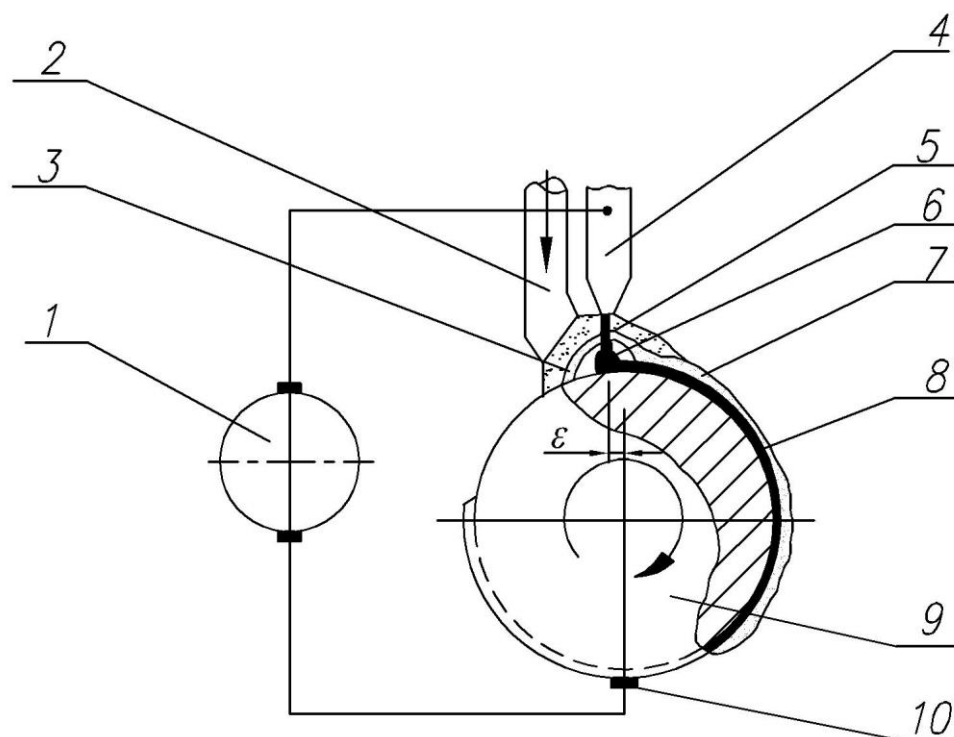
### **Общие сведения**

Наплавку под слоем флюса используют для восстановления цилиндрических деталей типа «вал» диаметром более 50 мм. с большими износами (до 3...5 мм.). Это в основном детали ходовой части гусеничных тракторов: опорные и поддерживающие ролики, направляющие колеса, колесные пары железнодорожных вагонов, различные валы, плоские поверхности. Наплавка под слоем флюса используется в машиностроении для сварки трубопроводов, стальных листов и т.д.

Сущность процесса наплавки заключается в том, что в зону горения дуги подаются сварочная проволока и гранулированный флюс (см. рисунок 3.1).

Электродная проволока через мундштук подающего механизма подключенная к положительной клемме, а деталь через вращатель к отрицательной клемме источника питания. Между электродом и деталью возбуждается электрическая дуга. Под действием теплоты дуги часть флюса плавится и образует вокруг дуги оболочку из жидкого флюса, которая защищает дугу и наплавленный металл от

вредного воздействия окружающего воздуха, уменьшает разбрызгивание, угар металла и теплообмен с внешней средой, улучшает формирование наплавленного металла. Содержание кислорода в наплавленном металле в 20 раз, а азота в 3 раза ниже, чем при ручной дуговой сварке. потери металла на разбрызгивание и угар уменьшаются с 20...30 % до 2...4 %.



- 1 – источник тока для питания дуги; 2 – устройство для подачи флюса;  
 3 – оболочка из жидкого флюса; 4 – мундштук; 5 – электродная проволока;  
 6 – электрическая дуга; 7 – шлаковая корка; 8 – наплавленный слой; 9 – деталь;  
 10 – подвод тока к детали.

Рисунок 3.1 – Схема наплавки деталей под слоем флюса

В процессе наплавки можно получать наплавленный слой заданного свойства за счет выбора соответствующих флюсов и электродных материалов. Химический состав электродов оказывает меньшее влияние на свойства наплавленного металла, чем флюс, поскольку металл интенсивно перемешивается.

Смещение электрода с зенита  $\varepsilon$  в сторону, противоположную вращению детали, предотвращает стекание жидкого металла с детали и улучшает условия

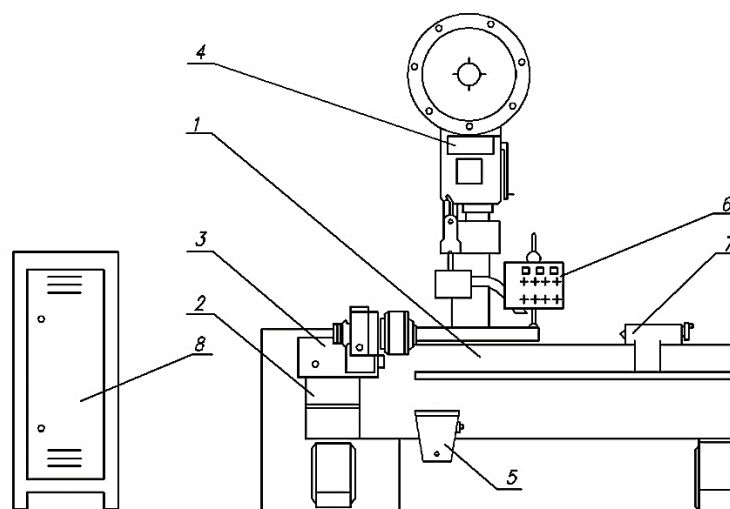
формирования наплавленного слоя (см. рисунок 3.1)

Различают плавленые, керамические флюсы и флюсы смеси. Плавленые флюсы получают сплавлением в печах компонентов, входящих в их состав. Керамические флюсы состоят из ферросплавов, стабилизирующих и шлакообразующих компонентов. Флюсы смеси состоят из плавленого флюса с добавками чугушной стружки, графита и ферросплавов.

При наплавке деталей из низко углеродистых сталей применяют марганцовистые высококремнистые флюсы (АН-348А, ОСЦ-45 и др.). Эти флюсы обеспечивают раскисления металла шва. При наплавке легированных сталей для снижения угара легирующих элементов применяют флюсы с малым содержанием кремния.

Горение дуги под слоем флюса позволяет повысить плотность тока до 150...200 А/мм<sup>2</sup>, что значительно повышает мощность сварной дуги. При этом производительность сварочных работ повышается в 6...7 раз по сравнению с ручной дуговой сваркой.

Для наплавки под слоем флюса используют наплавочные головки, устанавливаемые на переоборудованные токарные станки или специализированные наплавочные установки (У-653 см. рисунок 3.2, 3.3).

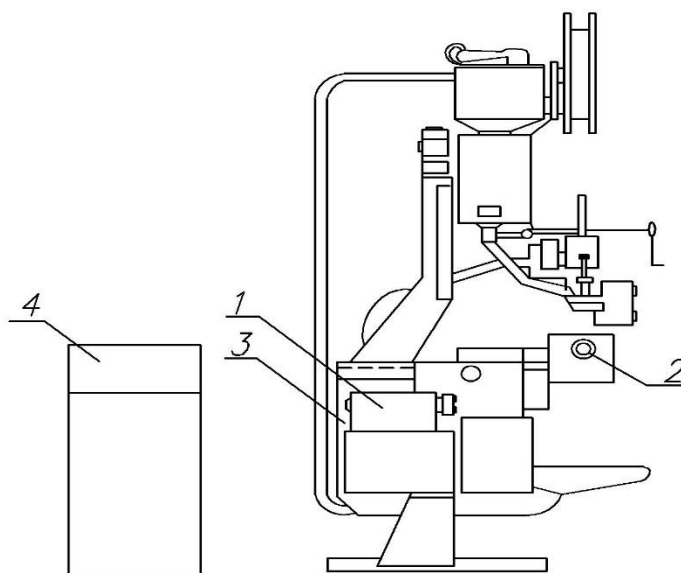


1 – станина; 2 – коробка скоростей; 3 – манипулятор; 4 – наплавочный автомат; 5 – флюсосборник; 6 – пульт управления; 7 – задняя бабка; 8 – шкаф управления

Рисунок 3.2 – Установка У-653

Наплавочная установка включает вращатель, обеспечивающий закрепление и вращение деталей, и перемещение наплавочной головки вдоль оси вращения шпинделя.

Наплавочная головка состоит из механизма подачи проволоки, позволяющего изменять скорость подачи электрода, бункера с задвижкой для регулирования количества подаваемого флюса.



1 – коробка подач; 2 – шпиндель манипулятора; 3 – каретка;  
4 – выпрямитель сварочный

Рисунок 3.3 – Установка У-653

Качество наплавляемого металла зависит от режима наплавки. Режим наплавки можно установить по справочным данным (см. таблицу 3.1) или же рассчитать по эмпирическим формулам.

Силу сварочного тока  $J_{св}$ , А и напряжение дуги  $U$ , В определяют по формулам (3.1), (3.2)

$$J_{св} = 40\sqrt{D}, \quad (3.1)$$

$$U = 21 + 0,04J_{св}, \quad (3.2)$$

где  $D$  – диаметр детали, мм.

Таблица 3.1 – Режимы наплавки под слоем флюса цилиндрических деталей.

Ø, мм	I, мм		U, В	V <sub>н</sub> , м/час	V <sub>пр</sub> , м/час	ε, мм.	S, мм/ об	h, мм.
	Диаметр проволоки, мм							
	1,2-2,6	2-2,5						
50-60	100-120	120-150	25-28	20-24	50	3	3	1.5-2.5
65-75	140-150	180-220	25-28	18-28	70	4	4-5	1.5-2.5
80-100	170-180	230-300	28-30	16-30	100	6	4	1.5-2.5
150-200	230-250	300-350	30-32	13-15	150	12	5	2.0-3.0
250-300	270-300	350-380	30-32	16-30	200	18	6	2.0-3.0

Коэффициент наплавки  $\alpha$ , гр /А·час, определяется по формуле (3.3)

$$\alpha = 2,3 + 0,065 \frac{J_{св}}{d}, \quad (3.3)$$

где  $d$  – диаметр электродной проволоки, мм.

Скорость наплавки  $V_n$ , м/час, определяют по формуле (3.4)

$$V_n = \frac{\alpha \cdot J_{св}}{F \gamma \cdot 100}, \quad (3.4)$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения металла шва, при  $d=1,2 \dots 2,0$  мм,  $F=0,06 \dots 0,2$  см<sup>2</sup>;

$\gamma$  – плотность металла шва для стали  $\gamma = 7,85$  г/см<sup>3</sup>.

Скорость подачи электродной проволоки  $V_о$ , м/час, рассчитывают по формуле (3.5)

$$V_о = \frac{4\alpha J_{св}}{\pi d^2 \gamma \cdot 100}, \quad (3.5)$$

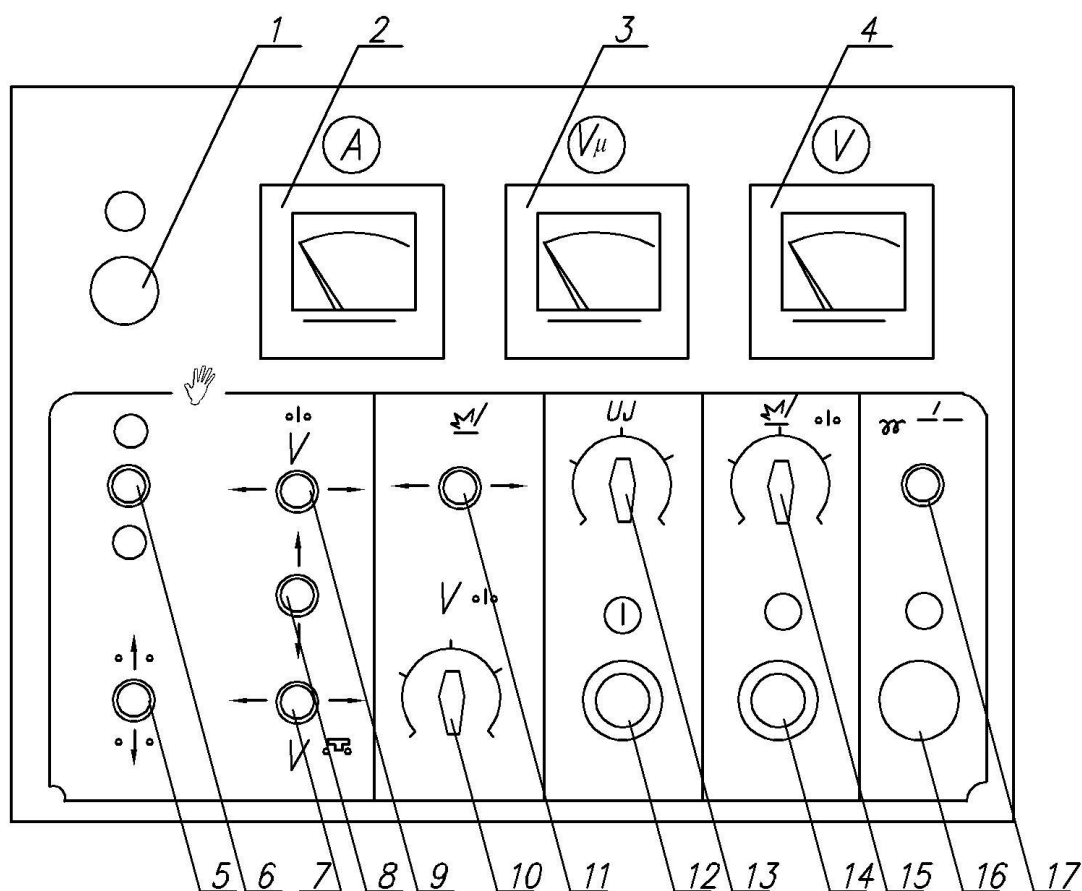
где  $d$  – диаметр электродной проволоки, см.

Вылет электрода  $H$ , мм:  $H=(10 \dots 15)d$

Шаг наплавки  $S$ , мм определяется перекрытием валиков и влияет на

волнистость наплавленного слоя, т.е.  $S=(2...2,5)d$ .

Смещение электрода с зенита  $\varepsilon$ , мм определяют по формуле  $\varepsilon=(0,05...0,07)D$ .



- 1 – сигнальная лампа «ГОТОВО К СВАРКЕ»; 2 – амперметр; 3 – вольтметр;  
4 – вольтметр – указатель оборотов; 5 – переключатель «Электрод вверх-вниз»;  
6 – переключатель «Манипулятор вверх-вниз»; 7 – переключатель «Каретка  
вправо-влево» марш; 8 – переключатель «Головка вверх-вниз»; 9 – каретка  
вправо-влево, наладка; 10 – регулировка скорости каретки и шпинделя;  
11 – переключатель каретка вправо-влево, автомат; 12 – кнопка «пуск сварка»;  
13 – регулятор сварочного напряжения; 14 – кнопка «стоп сварка»; 15 – регулятор  
скорости подачи электрода; 16 – кнопка «стоп аварийно»; 17 – переключатель  
«спиральная линейная наплавка».

Рисунок 3.4 – Пульт управления

## Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство наплавочной установки У-653, органы управления механизмами установки. Проверить исправность и работу установки на холостом ходу.
2. Измерить диаметр и длину поверхности детали, подлежащей восстановлению. Определить износ. Занести результаты в таблицу 3.2 отчета.
3. Отсепарировать флюс и заправить бункер флюсом. Подготовить деталь к наплавке. Очистить поверхность от масляных загрязнений, удалить следы коррозии. Взвесить деталь перед наплавкой и записать вес детали в таблицу 3.2 отчета.
4. Рассчитать режимы наплавки по приведенным выше формулам:  $J_{св}$ ,  $U$ ,  $\alpha$ ,  $V_n$ ,  $V_э$ ,  $H$ ,  $S$ . Полученные результаты занести в таблицу 3.
5. По таблице 3.1 подобрать режимы наплавки:  $J_{св}$ ,  $U$ ,  $\alpha$ ,  $V_n$ ,  $V_э$ ,  $H$ ,  $S$  и занести в таблицу 3.

Таблица 3.2 – Данные восстанавливаемой детали.

Наименование детали и № по каталогу	Диаметр, мм		Износ, мм	Диаметр после наплавки, мм	Толщина наплавленного слоя, мм	Вес детали до наплавки, гр.	Вес детали после наплавки, гр.
	$D_n$	$D_f$					

Таблица 3.3 – Режимы наплавки

№ п.п.	Параметры Режимы наплавки	$J_{св}$ , А	$U$ , В	$V_n$ , м/ч	$V_э$ , м/ч	$H$ , мм.	$S$ , мм.	$E$ , мм	$n$ , об/мин.
1.	Табличные								
2.	Расчетные								
3.	Фактические								

6. Рассчитать частоту вращения детали по формуле  $n = \frac{V_n}{\pi D}$

7. Установить деталь на вращатель и закрепить так, чтобы не допустить его падения во время наплавки.

8. Ослабить зажимы подающего механизма, пробным пуском шпинделя станка проверить направление вращения детали и установить расчетное число оборотов шпинделя.

9. Подвести мундштук наплавочной головки к поверхности детали, выдерживая размер вылета электрода и смещение от зенита  $E$ . При этом необходимо учитывать направление осевого перемещения наплавочной головки. Затянуть зажимное устройство падающего механизма.

10. Под руководством преподавателя (или учебного мастера) включить источник питания и установить расчетное напряжение  $U$ .

11. Открыть заслонку флюса, включить стенд кнопкой 12 (см. рисунок 3.4). С помощью секундомера засечь начало сварки. Отрегулировать скорость подачи электрода таким образом, чтобы обеспечить устойчивое горение дуги. Скорость подачи проволоки регулируется регулятором 15.

**Внимание!** При возникновении нештатной ситуации стенд остановить аварийной кнопкой «16». Во время наплавки необходимо постоянно следить за частотой вращения, за силой тока  $J_{св}$ , и за напряжением  $U$ .

12. По завершении наплавки установка выключается в следующей последовательности: выключают подачу проволоки, выключают источник питания, закрывают заслонку подачи флюса, останавливают вращение шпинделя.

13. Отвести мундштук наплавочной головки от детали. Удалить с поверхности детали шлаковую корку.

14. Не снимая деталь со шпинделя, осмотреть наплавленную поверхность и подробно записать обнаруженные дефекты в отчет.

15. Дать остыть детали в течение 10...15 мин. Осторожно, соблюдая меры безопасности, с помощью кузнечных клещей снять деталь со шпинделя станка остудить деталь в ведре с водой.

16. Произвести измерения геометрических размеров детали и занести результаты в таблицу отчета.

17. Взвесить деталь и рассчитать фактический коэффициент наплавки.

18. Составить отчет.

## **Форма отчета**

1. Цель и задание.
2. Оснащение рабочего места.
3. Маршрут восстановления детали наплавкой под слоем флюса.
4. Расчеты режима наплавки.
5. Эскизы наплавки под слоем флюса и восстановленной детали.
6. Подробное описание качества наплавленной поверхности.

## **Контрольные вопросы**

1. Область применения наплавки под слоем флюса.
2. Сущность процесса наплавки под слоем флюса.
3. Основные преимущества и недостатки наплавки под слоем флюса.
4. От чего зависят свойства наплавленного слоя металла?
5. Выбор режима наплавки.
6. Коэффициент наплавки.
7. Устройство наплавочного станда У-653.

## Лабораторная работа № 4 Восстановление деталей вибродуговой наплавкой

**Цель работы:** 1. Изучить особенности вибродуговой наплавки.

2. Ознакомиться с оборудованием для автоматической вибродуговой наплавки и получить практические навыки по установлению оптимального режима наплавки.

**Задание:** 1. Ознакомиться с оснащением рабочего места и изучить особенности вибродуговой наплавки.

2. Проверить работу наплавочной, головки, токарного станка, источника тока и других узлов установки.

3. Провести необходимые замеры, выбрать режим наплавки и настроить оборудование на режим наплавки.

4. Провести наплавку, определить толщину наплавленного слоя, коэффициент наплавки и коэффициент потерь электродной проволоки.

5. Составить отчет.

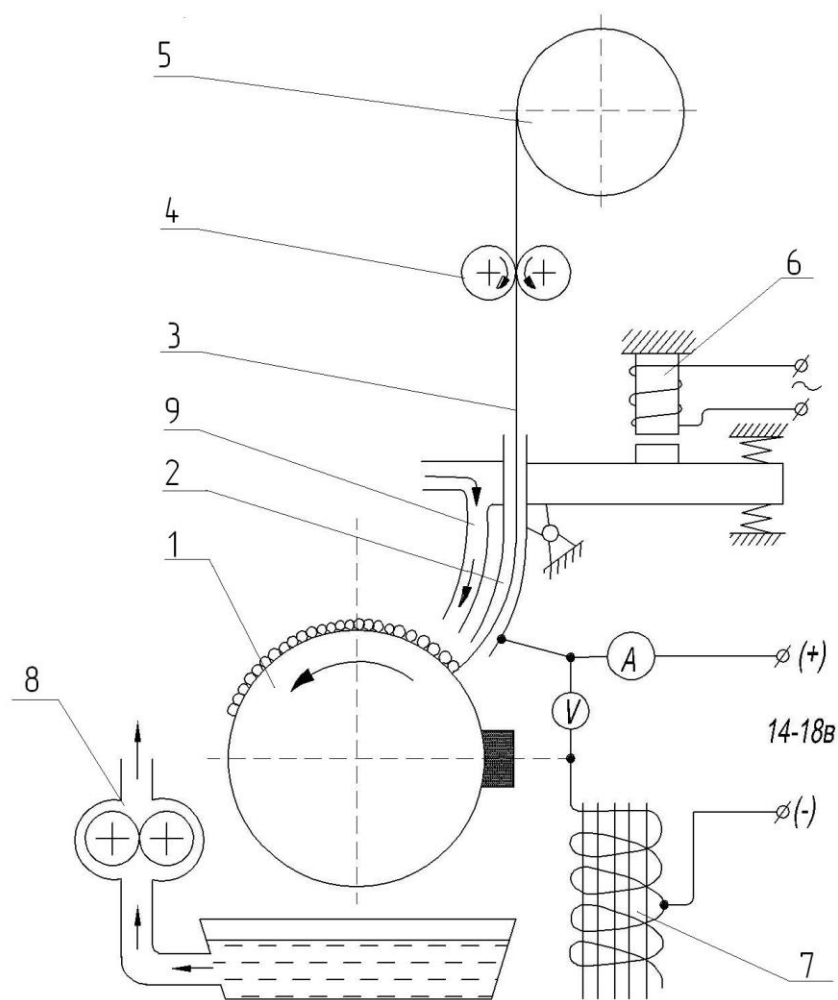
**Оснащение рабочего места:** Наплавочная головка ОКС-6569, источник тока, индуктивная катушка (дроссель), наплавочная проволока, стальные валики для наплавки, измерительный инструмент, весы и т.д.

### Общие сведения

Вибродуговой способ наплавки разработан Клековкиным Г.П. и Ульманом И.Е. в Челябинском институте механизации и электрификации сельского хозяйства.

Особенность этого вида наплавки заключается в том, что в процессе работы электрод подвергается вибрации. Наплавлять металл можно на воздухе; в среде водяного пара, защитного газа или с подачей жидкости к месту дуговых разрядов. Наибольшее распространение получила вибродуговая наплавка в жидкой среде.

Для подачи электродной проволоки 3 (рисунок 4.1) в зону дуговых разрядов и для ее вибрации применяют специальные устройства – наплавочные головки.



1 – наплавляемая деталь; 2 – вибрирующий мундштук; 3 – электродная проволока; 4 – ролики подающего механизма; 5 – кассета; 6 – электромагнитный вибратор; 7 – катушка самоиндукции; 8 – насос; 9 – канал для подачи охлаждающей жидкости

Рисунок 4.1 – Схема вибродуговой наплавки

Проволоку к мундштуку подают при помощи подающих роликов. Вибрация электродной проволоки с амплитудой колебаний до 3 мм при частоте 50 – 110 1/с создается с помощью электромагнитных или механических (ОКС-6569) вибраторов.

Вибродуговую наплавку ведут на постоянном токе напряжением 14 – 20В при обратной полярности. В цепь последовательно включают регулируемое индуктивное сопротивление. Охлаждающую жидкость подают насосом.

Во время наплавки вибрирующий электрод периодически замыкает сварочную цепь, изменяя напряжение ( $U$ ) и ток ( $J$ ) (рисунок 4.2). Периодическое замыкание сварочной цепи электродом вызывает принудительное возбуждение электрической дуги, что дает возможность вести наплавку при напряжении 14 – 20В. В течение каждого цикла можно выделить три периода: период короткого замыкания (К.З.), период дугового разряда (Д.Р.) и период холостого хода (Х.Х.). В момент замыкания (К.З.) электрода на деталь напряжение в цепи понижается, сила тока возрастает. При размыкании цепи напряжение повышается в результате действия ЭДС самоиндукции, возникает кратковременный дуговой разряд.

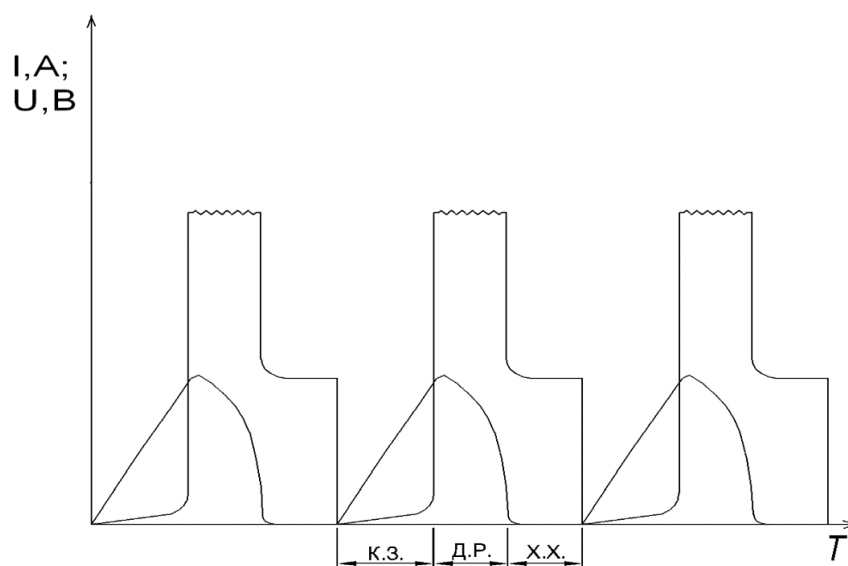


Рисунок 4.2 – Осциллограмма вибродуговой наплавки по постоянному току:  
 К.З. – короткое замыкание; Д.Р. – дуговой разряд; Х.Х. – холостой ход;  $U$  –  
 напряжение;  $J$  – ток;  $T$  – время.

По мере оплавления электрода и его движения увеличивается расстояние между электродом и деталью, а ток значительно уменьшается. Период дугового разряда при этом заканчивается и начинается период холостого хода. Установлено, что 70 – 95% тепла выделяется в период дугового разряда, а также перенос металла электрода на деталь. При сокращении периода холостого хода увеличивается количество выделившегося тепла, следовательно, производительность и улучшается качество сцепления наплавленного слоя. При полном исключении периода холостого хода вибродуговая наплавка превращается в двухпериодную

(К.З. и Д.Р.). Это может быть достигнуто правильным подбором индуктивности сварочной цепи. Правильно подобранное индуктивное сопротивление не только стабилизирует процесс, но также значительно сокращает потери металла электрода на разбрызгивание, увеличивая коэффициент использования проволоки до 85 – 90%. Наплавлять металл при напряжении выше 20 В не рекомендуется, т.к. в этом случае выгорает много легирующих элементов, увеличивается деформация детали, а средняя твердость наплавленного слоя снижается. Напряжение при вибродуговой наплавке должно быть не менее 11 В, во избежание нарушения устойчивости дуги.

Применение охлаждающей жидкости уменьшает тепловое влияние дуги на деталь, увеличивает скорость охлаждения наплавленного и основного металла и защищает расплавленный металл от взаимодействия с воздухом. Во избежание окисления шва, в качестве охлаждающей жидкости, применяют 3 – 6% водный раствор кальцинированной соды. Сода содержит легко-ионизирующие элементы, которые повышают устойчивость горения дуги.

При резком охлаждении металла шва возникают внутренние напряжения, что может привести к образованию трещин в наплавленном слое.

Для уменьшения трещин в слое при наплавке проволокой с высоким содержанием углерода применяют 10 – 30% раствор технического глицерина в воде.

Ввиду интенсивного охлаждения наплавленные валики получаются уже и выше, чем при сварке под слоем флюса, ширина их обычно не превышает двух диаметров проволоки. В результате закалки и взаимного перекрытия каждого валика последующим наплавленным слоем получает неравномерную твердость, расположенную по винтовой линии, участки высокой твердости чередуются с участками пониженной твердости. Применение охлаждающей жидкости способствует получению малой глубины проплавления и уменьшению внедрения легирующих элементов. Глубина проплавления не превышает 1 – 3 мм, и деталь деформируется незначительно. Наилучшие результаты при вибродуговой наплавке дают источники постоянного тока с жесткой внешней вольтамперной характеристикой.

## Факторы, влияющие на качество наплавки

Качество наплавленного слоя зависит от марки электродной проволоки, от амплитуды колебания, расположения мундштука относительно детали, скорости подачи проволоки ( $V_{пр}$ ), скорости наплавки ( $V_n$ ), индуктивности цепи, места подачи жидкости и ее расхода и продольной подачи головки.

Рекомендуемые режимы наплавки приведены в таблице I.

Твердость наплавленного слоя зависит от марки электродной проволоки, например, при использовании проволоки Св – 08 твердость составляет 166 – 241 НВ, а проволоки НП-40, твердость 25 – 40 HRC, проволоки Св-20, твердость 170 – 269 НВ, проволоки НП-60, твердость 30 – 50 HRC.

Наиболее часто применяют два варианта расположения мундштука (рисунок 4.3). При верхнем расположении мундштука валик получается шире.

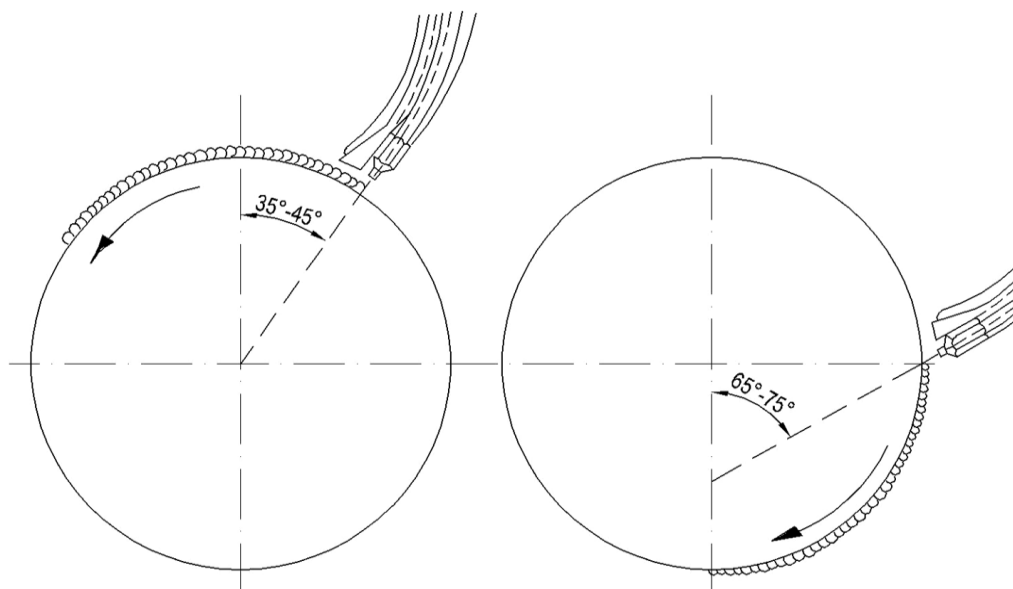


Рисунок 4.3 – Схема вариантов расположения мундштука относительно детали

При расположении мундштука по второму варианту можно наплавливать металл на детали различного диаметра практически без переналадки. В обоих случаях направление вибрации конца электродной проволоки должно быть перпендикулярным к поверхности детали.

Скорость подачи электродной проволоки ( $V_{пр.}$ ) берется в пределах 45 – 200 м/час. Скорость наплавки применяется равной  $(0,3 \div 0,7)V_{пр.}$ . При меньших значениях скорости наплавки повышается тепловое воздействие дуги на деталь, увеличиваются потери на разбрызгивание металла, и ухудшается формирование наплавленного слоя.

Увеличивается скорость наплавки, ухудшается проплавление, снижается прочность сцепления наплавленного металла с основным и увеличивает потери на разбрызгивание.

При недостаточной индуктивности сварочной цепи импульс тока может достигать очень больших значений ( $1100 \div 1300$  А и более). Это увеличивает потери металла на разбрызгивание, удлиняет холостой ход и снижает устойчивость процесса наплавки. Внешне это выражается в появлении снопа искр и поверхность покрывается небольшими ( $1 \div 1,5$  мм) частицами расплавленного металла.

При повышенной индуктивности увеличивается период короткого замыкания за счет периода дугового разряда, вследствие чего ухудшается расплавление электродной проволоки.

Хотя сноп искр резко уменьшается, но в разбрызгиваемом металле могут находиться крупные частицы и даже кусочки; проволоки.

Жидкость, как правило, падают на деталь на расстоянии  $15 \div 20$  мм от зоны горения дуги. При наплавке среднеуглеродистой проволокой жидкость подводят на расстоянии 30 – 40 мм от зоны дуги. По мере удаления места подачи жидкости от зоны наплавки, твердость слоя понижается.

Не следует подавать в зону наплавки большое количество жидкости. Для питания дуги от источников тока напряжением 12 – 18В подают 0,4 – 1 л/мин жидкости. При напряжении 20 – 25В или при токе более 200А количество охлаждающей жидкости увеличивают в  $2 \div 3$  раза. Содержание элементов в металле в зависимости от подачи жидкости приведены в таблице 1.

Таблица 4.1 – Содержание элементов в металле в зависимости от подачи жидкости.

Подача жидкости, л/мин	Элемент, %			
	C	Mn	Si	N
0	0,25	0,34	0,17	0,087
0,5	0,31	0,35	0,20	0,079
2,5	0,40	0,37	0,23	0,034

Продольную подачу подбирают в зависимости от конкретных условий наплавки. Если подача слишком велика, между валиками могут появиться ненаплавленные места. Валики должны перекрывать один другой на 1/4 – 1/2 ширины.

### Порядок выполнения работы

1. Изучить технику безопасности при выполнении наплавочных работ
2. Изучить устройство установки и наплавочного автомата.
3. Определить геометрические размеры детали и вес, занести полученные данные в таблицу 2.
4. Выбрать технологические режимы наплавки по таблице 2 и занести их в таблицу 2.
5. Рассчитать режим наплавки.

Электродная проволока и напряжение выбирается исходя из толщины наплавляемого слоя (см. табл. 3).

Силу тока  $I_{св}$ , А рассчитывают по плотности тока рассчитывается по формуле (4.1)

$$I_{св} = j F_{эл}, \quad (4.1)$$

где  $j$  – плотность тока, А/мм<sup>2</sup>, при  $d_{пр} < 2$  мм,  $j = 60 \dots 75$  А/мм<sup>2</sup>,

$F_{эл}$  – площадь сечения проволоки, мм<sup>2</sup>.

Скорость подачи проволоки  $V_{пр}$ , м/час определяют по эмпирической формуле (4.2)

$$V_{пр} = (0.1 * I_{св} U) / d_{пр}. \quad (4.2)$$

Скорость наплавки  $V_{н}$ , м/час определяют по формуле (4.3)

$$V_{н} = (0,4 \dots 0,8) V_{пр}, \quad (4.3)$$

Вылет проволоки устанавливают из соотношения  $H = (5 \dots 8) d_{\text{пр}}$ , шаг наплавки  $S = (1,6 \dots 2,2) d_{\text{пр}}$ . Рассчитанные режимы наплавки занести в таблицу 4.4.

Таблица 4.2 – Рекомендуемые режимы вибродуговой наплавки стальных деталей

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

Таблица 4.3 – Зависимость диаметра проволоки от толщины наплавленного слоя

Толщина наплавленного слоя, мм	0,3÷0,9	1,0÷4,6	1,8÷2,5
Диаметр проволоки $d_1$ мм	1,6	2,0	2,5
Напряжение U, В	12-15	15-20	20-25

Таблица 4.4 – Исходные данные и режимы наплавки

№ п.п.	Вес детали, гр		Диаметр, мм		Режим наплавки								
	До наплавки	После наплавки	До наплавки	После наплавки	Сила тока, А		Скорость наплавки, м/мин.		Скорость проволоки, м/ми		Шаг наплавки, мм/об	Угол подачи проволоки, °С	Время наплавки, Мин.
					Расч.	Факт.	Расч.	Факт.	Расч.	Факт.			

6. Сравнить рассчитанный и рекомендованный режимы наплавки, а также исходя из целей наплавки, окончательно выбрать режим наплавки.

7. Настроить механизмы установки на соответствующий режим наплавки, при этом вылет необходимо установить 7 – 12 мм.

8. Произвести наплавку, постоянно поддерживая режимы наплавки. По секундомеру зафиксировать начало и конец процесса наплавки. Фактический режим наплавки занести в таблицу 4.

9. После наплавки деталь остудить, произвести замеры геометрических размеров.

10. Рассчитать коэффициент наплавки и определить коэффициенты потерь электродной проволоки.

Коэффициент наплавки ( $\alpha$ ), г/А ч определяется по формуле (4.4)

$$\alpha = \frac{G_2 - G_1}{Jt}, \quad (4.4)$$

где  $G_2$  и  $G_1$  – вес детали после и до наплавки, соответственно, гр;

$J$  – сила тока наплавки, А;

$t$  – время наплавки, мин.ч.

Коэффициент использования проволоки определяется по формуле (4.5)

$$\eta_\alpha = \frac{G_2 - G_1}{Q} 100\%, \quad (4.5)$$

где  $Q$  – вес проволоки израсходованной на наплавку, гр.

Вес проволоки  $Q$ , гр. определяется по формуле (4.6)

$$Q = gV_n t, \quad (4.6)$$

где  $g$  – вес погонного метра проволоки, гр.;

$V_n$  – скорость подачи проволоки, м/мин;

$t$  – время наплавки, мин.

**10. Заключение.** Опишите внешний вид наплавленного слоя. Исходя из теории, объясните, в силу каких причин получился такой наплавленный слой.

## **Форма отчета**

1. Наименование работы, цель работы, задание.
2. Схема вибродуговой наплавки, осциллограмма вибродуговой наплавки и варианты расположения мундштука относительно детали.
3. Краткое описание факторов, влияющих на качество наплавки.
4. Результаты наплавки в виде таблицы.
5. Расчеты коэффициентов наплавки, использования проволоки.
6. Заключение.

## **Контрольные вопросы**

1. Особенности процесса вибродуговой наплавки.
2. Какую роль играет катушка, включенная в цепь питания дуги?
3. Преимущества вибродуговой наплавки.
4. Недостатки вибродуговой наплавки.
5. Факторы, влияющие на качество наплавки.
6. Расчет режима наплавки,
7. Область применения вибродуговой наплавки.
8. Расчет коэффициента наплавки.
9. Расчеты коэффициента использования проволоки.
10. Устройство и принцип работы наплавочной головки ОКС 6569.

## **Лабораторная работа № 5 Восстановление деталей электродуговой металлизацией**

**Цель работы:** 1. Уяснить физическую сущность, особенности и область рационального применения электродуговой металлизации.

1. Получить практические навыки по установлению оптимальных режимов металлизации, технологии нанесения покрытия.

**Задание:** 1. Ознакомиться с оборудованием, инструментами, материалами рабочего места и научиться пользоваться ими.

2. Подобрать и установить режим наплавки.

3. Подготовить деталь и установку.

4. Провести металлизацию детали.

5. Составить отчет.

**Оснащение рабочего места:** Электрометаллизатор ЭМ-6; Токарный станок; Сварочный преобразователь ПСО-500; Электродная проволока Св-08; Компрессор; Детали, подлежащие металлизации; Слесарный молоток; Штангенциркуль; Металлическая щетка,

### **Общие сведения**

Под газотермическим напылением понимают процесс нанесения покрытий распылением нагретого до жидкого или вязкотекучего состояния диспергированного (порошкообразного) материала газовой струей.

В зависимости от источника энергии для нагрева и транспортировки частиц материала покрытия различают следующие способы напыления: электродуговая, газопламенное, высокочастотное, плазменное, детонационное и упрочнение конденсацией металла с ионной бомбардировкой. Газотермическими покрытиями восстанавливают и упрочняют изношенные детали, а также защищают металлы от коррозии.

Технология напыления металлов обладает целым рядом преимуществ по сравнению с наплавкой, нанесением гальванических покрытий и др. К ним относятся:

1. Нанесение покрытий из разных металлов и сплавов на

металлическую основу (сталь, чугун, алюминий).

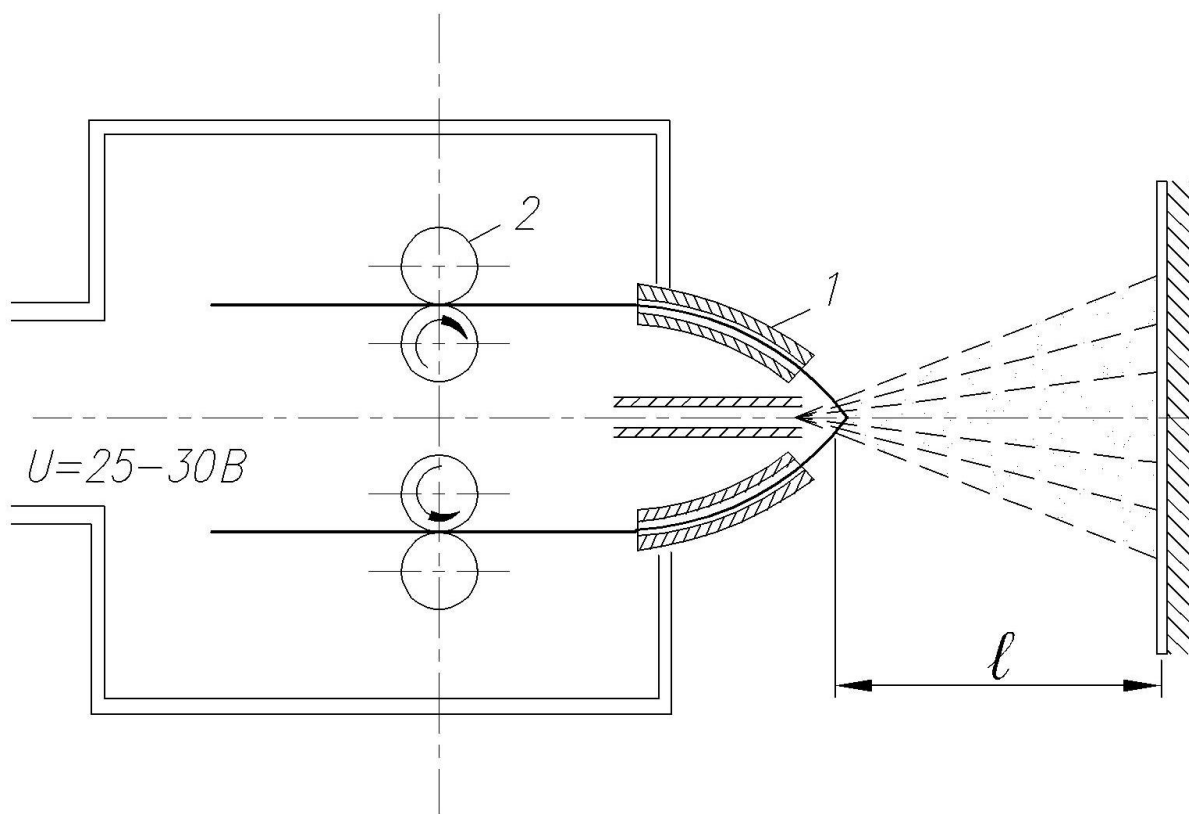
2. Нанесение напыленного материала на неметаллическую (керамика, стекло и другие материалы) основу;
3. Незначительный нагрев детали (до 200°С), что позволяет сохранять ее структуру и свойства;
4. Возможность регулирования в широком диапазоне (0,1 – 10 мм) толщину наносимого покрытия.

Основная характеристика, определяющая работоспособность газотермических покрытий – прочность их сцепления с поверхностью восстанавливаемых (упрочняемых) деталей. Она зависит от подготовки поверхности, вида напыляемого материала, способа и режима нанесения металлизационного покрытия.

*Электродуговая металлизация* – процесс, при котором металл (чаще всего проволока) расплавляется электрической дугой и затем струей сжатого воздуха наносится на поверхность детали (см. рисунок 5.1). Электродуговая металлизация разработана русскими инженерами Е.М.Линником и Н.П. Катцем.

Электродуговой металлизатор работает следующим образом. Две проволоки из напыляемого металла, находящиеся под напряжением (см. Рисунок1.), при помощи роликового механизма непрерывно подаются по направляющим концевикам. В точке их сближения возникает электрическая дуга, расплавляющая металл. В зону дуги подается воздух (инертный газ) под давлением 0,5 – 0,6 Мпа. Под действием струи сжатого газа расплавленный металл распыляется на частицы от 0,001 мм и больше и со скоростью до 300 м/с наносится на поверхность детали.

Существует несколько теорий о соединении частиц с поверхностью детали и между собой при металлизации. В соответствии с одним из этих теорий, частицы соединяются между собой от механического воздействия.



1 – латунный наконечник; 2 – изолированные ролики: – расстояние от восстанавливаемой поверхности до очага плавления проволоки

Рисунок 5.1 – Схема электродуговой металлизации

Расплавленный металл расплывается на мелкие частицы, которые, пролетая расстояние от места плавления до детали, успевают несколько остыть и из жидкого состояния переходят в твердые. При ударе о поверхность детали частицы заполняют ее микро- макронеровности.

Частица, имевшая сначала шарообразную форму, при ударе о поверхность приобретает форму тонкого диска с разорванными краями. Разорванные края частиц переплетаются и тем самым соединяются между собой. С увеличением скорости частиц, а, следовательно, с возрастанием силы удара их сцепление с поверхностью и между собой улучшается.

Несмотря на то, что температура частиц достаточно высока, средняя температура потока, состоящего из небольшого объема частиц металла и большого объема воздуха, относительно низка (около  $70^{\circ}\text{C}$ ).

Во время полета частицы окисляются. Наибольшее окисление их происходит

в период, непосредственно следующий за ударом, т.к. при неподвижном состоянии – частица интенсивно обдувается струей воздуха. Окисление продолжается до тех пор, пока последующие частицы не изолируют нижележащие от соприкосновения с воздухом.

Твердость частиц различна: наибольшая – в середине частиц, несколько меньшая – на краях и еще меньшая – в участках стыка. При остывании частиц происходит их усадка, вследствие чего в напыленном слое возникает напряжение растяжения.

В ремонтном производстве металлизацией главным образом заделывают трещины в деталях из чугуна и цветных металлов сложной конфигурации в местах, не испытывающих механических напряжений. Кроме того, при помощи металлизации покрывают детали металлом, предохраняющим их от коррозии.

Металлизацией нельзя восстанавливать детали, подвергающиеся ударной нагрузке и испытывающие значительные удельные давления.

Технологический процесс восстановления деталей металлизацией состоит из следующих основных операций:

1. Подготовка поверхности детали к металлизации.
2. Нанесения металла.
3. Обработка поверхности детали после металлизации.

### **Подготовка поверхности детали к металлизации**

Для обеспечения прочного сцепления основного материала детали с покрытием на поверхности ее не должно быть окислов, влаги, масла и грязи. Поверхность должна быть шероховатой. Обезжиривают и моют детали в моечной машине щелочным раствором и промывают горячей водой.

Детали с односторонним износом предварительно обрабатывают на станке, чтобы придать им правильную геометрическую форму и получить при окончательной обработке равномерную толщину металлизированного слоя.

Шероховатость на поверхности детали можно создать обработкой песком или

дробью, нарезкой «Рваной» или треугольной резьбы, с последующей накаткой, проточкой кольцевых канавок, насечкой зубилом, электроискровой, электродуговой или анодно-механической обработкой и т.д.

Пескоструйной обработкой и обработкой чугуной дробью диаметром 0,4 – 0,5 мм пользуются для получения шероховатостей на плоских поверхностях или на деталях с большой твердостью.

Закаленные поверхности деталей подвергают электроэрозионной обработке (электроискровой или электроконтактной), нанося на поверхность детали сетку точек, создающих шероховатость. Эти детали можно подготовить также анодно-механическим способом или электродуговой обработкой.

При электродуговой обработке закаленной поверхности в зону электрической дуги подводят воздух. Расплавленные частицы металла сдуваются воздушной струей, и поверхность детали получается шероховатой.

Наиболее прочно напыленный слой сцепляется с поверхностью детали, на которой нарезана «рваная» резьба и затем обработана дробью.

После подготовки детали следует не позже, чем через 2 ч. подвергнуть ее металлизации, чтобы не допустить конденсации влаги, окисления и загрязнения поверхности.

Во избежания конденсации влаги на поверхности детали температура ее должна быть больше или равна температуре окружающего воздуха в отделении металлизации.

Участки, не подлежащие металлизации, следует защищать при помощи экранов.

### **Нанесение металла**

На плоские поверхности в случае заделки трещин металл наносят при помощи металлизатора вручную. Детали, имеющие форму тела вращения, закрепляют в центрах или в патроне токарного станка, а металлизатор на суппорте. Для заделки трещин в блоках и их головках можно применять цинковую или малоуглеродистую стальную проволоку.

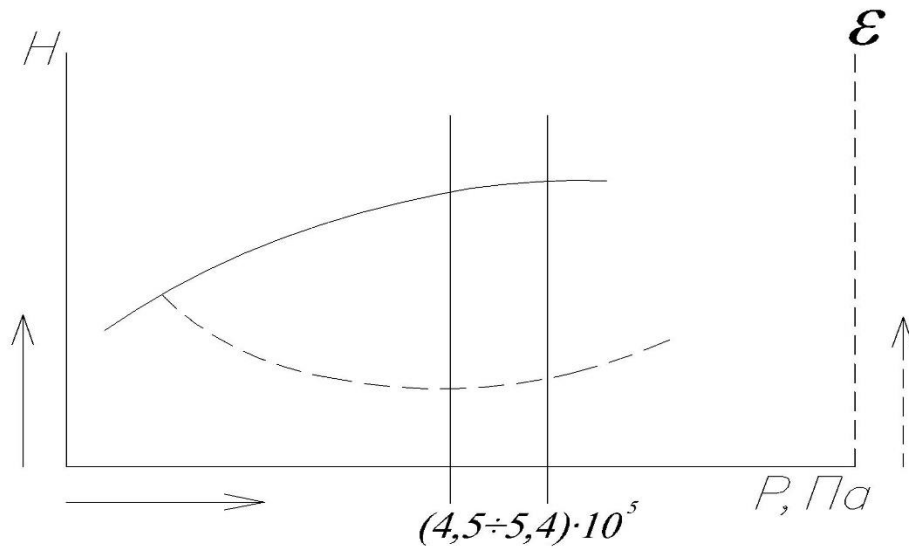
На качество покрытия влияет ряд факторов:

1. Давление воздуха распыляющего металл.
1. Расстояние от сопла пистолета до детали.
2. Значение тока (J) и напряжение (U).
3. Скорость подачи проволоки.
4. Скорость металлизации.
5. Скорость подачи металлатора (мм/об).

Наиболее значительное влияние оказывают давление воздуха и расстояние от сопла пистолета до детали. С повышением давления воздуха увеличивается скорость полета частиц, сила их удара о поверхность детали, скорость охлаждения, связанная с закалкой наращиваемого металла, а также степень окисления металла. В связи с этим с повышением давления до определенного предела твердость слоя увеличивается, а износ уменьшается (см. рисунок 5.2). При изменении расстояния между соплом пистолета и поверхностью наращиваемой детали качество покрытия также изменяется. При небольшом расстоянии от сопла деталь перегревается, вследствие чего уменьшается твердость и повышается износ наращиваемого слоя, зависимость изменения твердости износа слоя приведена на рисунке 5.3.

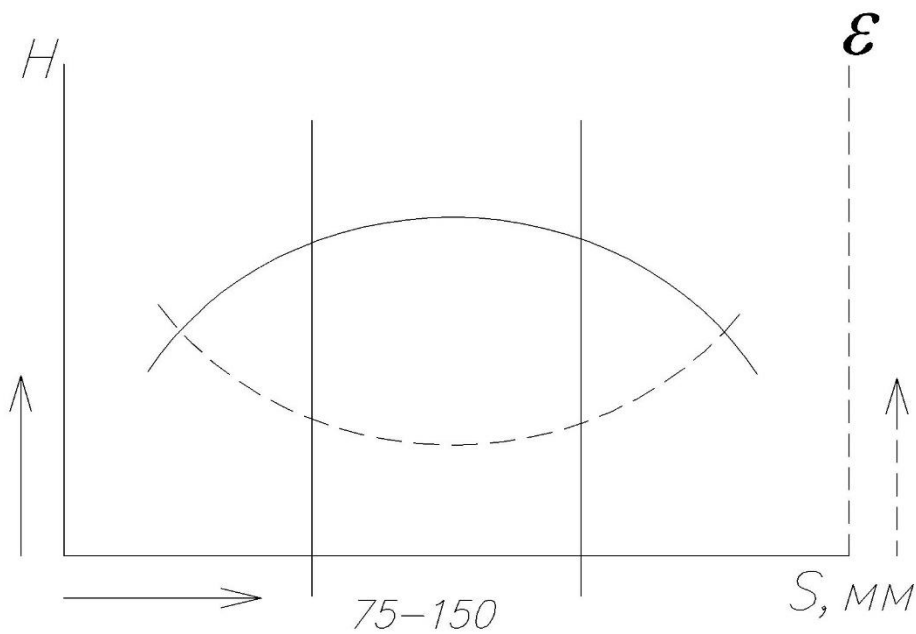
Значение тока во время металлизации зависит от толщины применяемой проволоки. Обычно используют проволоку диаметром 1 – 1,5 мм, а ток 90 – 150 А, а напряжение 20 – 35 В. Скорость подачи проволоки определяется ее диаметром и в процессе металлизации изменяется в очень небольших пределах, т.к. с увеличением скорости проволока не успевает плавиться и отрывается кусками. При недостаточной скорости дуга прерывается, и процесс проходит с большими перебоями или вообще прекращается. Скорость металлизации и скорость перемещения пистолета вдоль детали существенно влияют на качество покрытия. Находясь на воздухе, напыленный слой сильно окисляется, и при повторном нанесении слоя прочность сцепления уменьшается. Поэтому желательно за один проход металлатора получить необходимую

толщину, для чего принимают скорость металлизации (5 – 15 м/мин) и подачи (1,5 – 5 мм/об).



H – твердость; E – износ; P – давления

Рисунок 5.2 – Зависимость твердости и износа металлизированной детали от давления воздуха



H – твердость; Б – износ; P – давления

Рисунок 5.3 – Изменение твердости и износа металлизированной детали от расположения пистолета в процессе нанесения покрытия

## **Обработка поверхности детали после металлизации**

Детали, имеющие форму тел вращения, после металлизации обтачивают на токарных станках, а затем шлифуют. Перед проточкой рекомендуется пропитать покрытие маслом, погрузив деталь в ванну с нагретым маслом и выдерживать в течение 1,5 – 2 часов.

Детали обрабатывают резцами Т15К6 и другими, при скоростях резания 10 – 15 м/мин, подаче 0,2 – 0,5 мм/об и глубине резания (до 1 мм). Припуск на обработку оставляют в пределах 0,5 – 1,2 мм на сторону.

Если в процессе обточки слой не отстаёт от поверхности, можно считать, что деталь будет надёжно работать в процессе эксплуатации. Деталь шлифуют на обычных шлифовальных станках и на режимах принятых при шлифовании стальных деталей. При шлифовании рекомендуют круги с более мягкой связкой.

### **Свойства металлизированного покрытия**

Металлизированный слой имеет пористую структуру и содержит большое количество окислов в виде тонких плёнок вокруг отдельных частиц. Твёрдость нанесённого слоя выше твёрдости основного материала, с увеличением в проволоке содержания углерода твёрдость покрытий возрастает. Способность пористых покрытий впитывать масло и удерживать на поверхности масляную плёнку обуславливает высокую износостойкость по сравнению с другими покрытиями.

Сопротивление разрыву металлизированного слоя значительно меньше по сравнению с исходным материалом. Термическая обработка нагревом до 500 – 800°С и выдержкой в течение 1,5 – 2 часа позволяет несколько улучшить механическую прочность сцепления и уменьшить внутреннее напряжение.

Во время металлизации выгорает значительное количество углерода, кремния и марганца, вследствие чего ухудшаются механические свойства металлизированного слоя.

## Порядок выполнения

1. Деталь или заготовку, подлежащую металлизации, обработать на токарном станке с целью получения шероховатой поверхности для обеспечения прочного сцепления основного металла с покрытием.

2. Определить частоту вращения детали по формуле (5.1)

$$n = \frac{V_M}{\pi \cdot d}, \quad (5.1)$$

где  $V_M$  – 5 – 15 м/мин – оптимальная скорость металлизации;

$d$  – диаметр детали, м.

3. Определить вес детали до металлизации ( $Q_n$ ).

4. Установить деталь в патроне токарного станка, настроить станок на расчетную частоту вращения и подачу (1,5 – 5 мм/об).

5. Установить расстояние между соплом пистолета и поверхностью детали в пределах 75 – 150 мм.

6. Включить: подачу сжатого воздуха; источник питания дуги; токарный станок; металлизатор; засечь время начала металлизации. Во время металлизации регулировать скорость подачи проволоки с целью обеспечения качества напыляемого слоя.

7. Выключают станок в следующем порядке: металлизатор; токарный станок; подачу сжатого воздуха; источник питания дуги; засекают время окончания металлизации.

8. По окончании процесса металлизации, деталь снять с токарного станка специальными щипцами, остудить и определить вес детали ( $Q_k$ ), толщину и качество металлизированного покрытия.

9. Рассчитать коэффициент наплавки по формуле (5.2)

$$\alpha = \frac{Q_k - Q_n}{J \cdot t}. \quad (5.2)$$

10. Составить отчет и написать заключение.

В заключении описать внешний вид, структуру, механические свойства, и область применения металлизированного покрытия.

### **Форма отчета**

1. Наименование работы, цель работы и задание.
2. Схема работы электродугового металлизатора
3. Графики изменения твердости и износа от давления воздуха и изменения твердости и износа от расположения пистолета.
4. Режимы металлизации: скорость металлизации, скорость подачи проволоки, диаметр проволоки, величина тока и напряжения, начальный вес детали и ее диаметр.
5. Результаты металлизации: вес детали и ее диаметр, толщина металлизированного слоя, коэффициент наплавки  $\alpha$ :
6. Заключение.

### **Контрольные вопросы**

1. На какие способы подразделяется газотермическое напыление?
2. Преимущества и недостатки газотермического напыления.
3. Принцип работы электродугового металлизатора.
4. Теория о соединении частиц с поверхностью детали.
5. Область применения электродуговой металлизации.
6. Технология подготовки поверхности детали к металлизации.
7. Технология нанесения металла электродуговой металлизацией.
8. Влияние различных факторов на качество напыленного слоя.
9. Режимы металлизации.
10. Обработка поверхности детали после металлизации.
11. Свойства металлизированного покрытия

## **Лабораторная работа № 6 Технология сварки и наплавки в среде углекислого газа**

**Цель работы:** 1.Изучить технологию восстановления деталей в среде углекислого газа.

2.Освоить методику установления режимов наплавки в среде углекислого газа.

**Задание:** 1.Ознакомиться с оснащением рабочего места и технику безопасности сварочных работ.

2.Подготовить детали под восстановление (сварку) и выбрать режимы сварки;

3.Произвести наплавку определить основные дефекты и коэффициент наплавки.

4.Составить отчет.

**Оснащение рабочего места:** Сварочный выпрямитель ВДУ-506 УЗ, баллон с углекислым газом, редуктор У-30, подогреватель газа, сварочный полуавтомат, весы, защитные очки или щиток сварщика.

### **Общие сведения**

Сварка в среде углекислого газа разработана Любославским К.В. и Новожиловым Н.М. в 1953 г. В настоящее время находит широкое применение в ремонтном производстве, постепенно вытесняя вибродуговую наплавку и частично наплавку под слоем флюса.

Производительность сварки в среде  $\text{CO}_2$  на 25 % выше, чем под слоем флюса. Наплавленный слой не имеет шлаковой корки, т.е. исключает необходимость удаления шлака.

Сварка в среде углекислого газа в ремонтном производстве применяется для восстановления изношенных круглых деталей диаметром от 10 мм и выше, а также для сваривания тонкостенных деталей толщиной от 1 мм (облицовки кузовов легковых и грузовых автомобилей) и т.д.

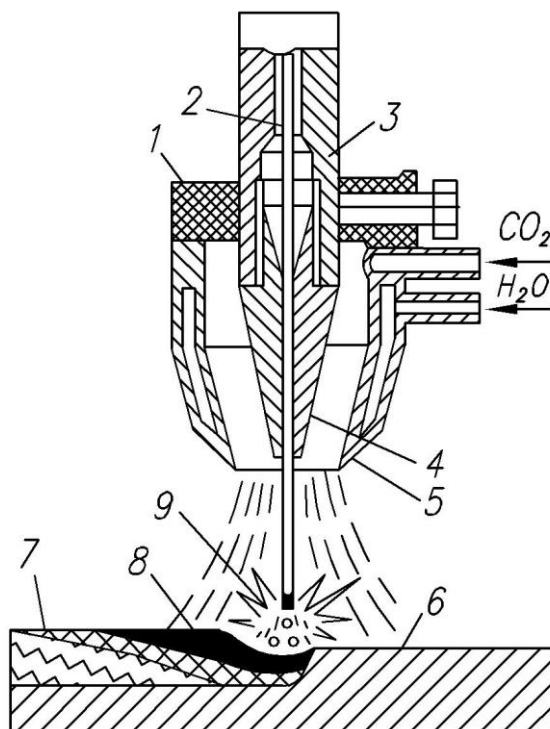
К достоинствам способа относятся:

1. Меньший нагрев детали, по сравнению с другими видами сварки и наплавки.
2. Возможность наплавки при любом пространственном положении детали.
3. Высокая производительность.
4. Возможность наплавки деталей диаметром от 10 мм и выше, а также сварка тонкостенных деталей.
5. Отсутствие шлаковой корки.

К недостаткам способа относятся:

1. Повышенное разбрызгивание металла (5...10%).
2. Необходимость применения специальной легированной проволоки.
3. Открытое световое излучение.

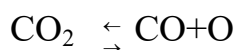
Сущность процесса сварки и наплавки заключается в том, что в зону сварки подается углекислый газ, который оттесняет воздух и предохраняет металл от воздействия кислорода и азота (см. рисунок 6.1).



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

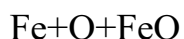
Рисунок 6.1 – Схема наплавки в среде углекислого газа

При сварке углеродистыми проволоками в среде  $\text{CO}_2$  в металле шва образуются окислы и поры. Под действием высокой температуры  $\text{CO}_2$  диссоциирует на атомарный кислород и  $\text{CO}$ . т.е.

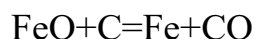


При температуре  $2000^\circ\text{C}$ ,  $3000^\circ\text{C}$ ,  $5000^\circ\text{C}$  диссоциирует соответственно 8, 50, 100 % углекислого газа.

Вследствие чего расплавленный металл окисляется

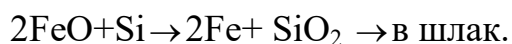
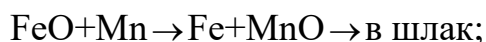


Попав внутрь сварочной ванны, часть окиси железа восстанавливается углеродом.



В результате наблюдается интенсивное выгорание углерода и легирующих элементов. Окись углерода не успевая выделиться из жидкого металла до затвердения, образует в металле шва поры. что ухудшает качество сварного шва.

Для устранения этих вредных явлений применяют электродные проволоки с содержанием раскислителей марганца ( $\text{Mn}$ ) и кремния ( $\text{Si}$ ) не менее 1 – 2%. Они способствуют восстановлению оксидов при сварке:



Оксиды марганца и кремния на поверхности сварочной ванны образуют, тончайшую шлаковую корку. Для того чтобы сварочный шов не был пористым из-за появления водорода в сварочной ванне, электродную проволоку необходимо тщательно очищать от ржавчины, а углекислый газ перед сваркой пропустить через осушитель.

Качество наплавленного металла изменяют только за счет соответствующего подбора электродной проволоки с повышенным содержанием легирующих элементов, а также марганца и кремния.

Для сварки и наплавки в среде углекислого газа применяют проволоки следующих марок: Св-08 ГС; Св-08Г2С, Св10ГС, Св-08ХГСМА; Св-10ХГ2С, Св-08ХГСМА; Св-10ХГ2С, Св12ГС, Св-18ХГСА, Нн-30ХГСА, и т.д., диаметром

0,5...2,5 мм.

Поскольку испарение CO<sub>2</sub> сопровождается значительным поглощением теплоты, то во избежание замерзания редуктора и осушителя предусматривают подогреватель газа.

В комплект оборудования входят: баллон с углекислым газом под давлением 7,5 МПа, редуктор, понижающий давление до 0,12...0,15 МПа, сварочные автоматы или полуавтоматы, подогреватель и осушитель газа.

Углекислый газ должен содержать примесей не более 0,5 %, в том числе воды не более 0,3 %, в противном случае наблюдается пористость металла шва.

Режимы сварки и наплавки во многом определяют качество сварки. К основным параметрам режима сварки относятся: J<sub>св</sub>, U, диаметр и вылет электрода, скорость подачи проволоки, скорость сварки и расход углекислого газа. Режимы сварки наплавки определяются по справочным таблицам (см. таблицы 6.1, 6.2) в следующей последовательности: диаметр электрода, сварочный ток устанавливается в зависимости от толщины свариваемого металла.

В зависимости от силы тока устанавливается напряжение сварки, скорость подачи проволоки и скорость наплавки.

Частоту вращения  $n_d$ , мин<sup>-1</sup>, детали определяют по формуле (6.1)

$$n_d = \frac{1000 \cdot V_n}{60\pi d}, \quad (6.1)$$

где d – диаметр детали, мм.

Применяют источники питания с жесткой характеристикой, вылет электродной проволоки 8...15 мм.

Таблица 6.1 – Режимы сварки тонколистовой стали

Толщина свариваемого металла	Диаметр проволоки, мм.	J <sub>св</sub> , А	U, В	V <sub>пр</sub> , м/ч	V <sub>н</sub> , м/ч	Расход газа, л/мин.
1,0...1,5	0,8	70...100	17...19	110...120	30...40	7...10
1,5...2,5	0,8	100...150	18...21	120...150	25...35	7...10
2,0...3,0	1,0	125...180	19...22	130...160	30...40	7...10
3,0...4,0	1,0	150...270	18...22	150...300	25...30	7...10

Таблица 6.2 – Рекомендуемые режимы наплавки деталей

Диаметр детали, мм.	Диаметр электрода, мм.	J, А	U, В	V <sub>н</sub> , м/ч	E, мм	Шаг наплавки, мм	Расход газа, л/мин.
10...20	0,8	70...90	16...18	40...45	2...4	2,5...3	6...8
20...30	1,0	85...110	18...20	40...45	3...5	2,8...3,2	6...8
30...40	1,2	90...120	19...23	35...40	5...8	3,0...3,5	6...8
40...50	1,4	110...180	20...24	30...35	6...10	3,5...4,0	8...10
50...60	1,6	140...200	24...28	30...20	7...12	4...6	8...10

### Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с оснащением рабочего места и изучить правила техники безопасности при выполнении сварочных работ;

2. Подготовить деталь к сварке (наплавке). Очистить поверхность детали от лакокрасочных и масляных загрязнений, удалить следы коррозии, ржавчины.

3. Произвести замеры размеров детали и вес, занести полученные данные в таблицу 6.3. Выбрать и рассчитать режим наплавки и заполнить таблицу 6.4.

Таблица 6.3 – Характеристика детали

Наименование детали	Диаметр или толщина, мм.	Длина, мм	Все детали, гр.	Твердость поверхности НВ (HRC)	Примечание

Таблица 6.4 – Режимы сварки (наплавки)

Режимы сварки (наплавки)	Диаметр электрода, мм	J, А	U, В	V <sub>пр</sub> , м/ч	V <sub>н</sub> , м/ч	E, мм	Шаг наплавки, мм
1. Выбранный							
2. Фактический							

4. Настроить установку на выбранный режим и произвести наплавку;

5. Взвесить деталь, рассчитать коэффициент наплавки и записать ее в отчет

6. Описать качество наплавленного слоя.

### **Форма отчета**

1. Наименование работы, цель и задание.
2. Оснащение рабочего места.
3. Схема сварочной горелки в среде углекислого газа.
4. Характеристика детали и режимы сварки и наплавки.
5. Описание качества сварного шва (наплавленного слоя);

### **Контрольные вопросы**

1. Область применения сварки в среде углекислого газа.
2. Достоинства и недостатки варки в среде  $\text{CO}_2$ .
3. Сущность процесса сварки  $\text{CO}_2$ .
4. Чем обусловлено применение электродной проволоки с содержанием марганца кремния?
5. Для чего очищают электродную проволоку от ржавчины перед сваркой?
6. Для каких целей в комплект оборудования входит осушитель и подогреватель?
7. Порядок назначения режимов сварки.

## Лабораторная работа № 7 Оборудование для газовой сварки

**Цель работы:** Изучить конструкцию оборудования газовой сварки и правила безопасной работы на них.

**Задание 1.** Ознакомиться с оснащением рабочего места.

2. Изучить назначение и конструкцию ацетиленовых генераторов, предохранительных затворов; баллонов и редукторов для сжатых газов.

3. Изучить назначение и конструкцию запорных вентилях, газовых рукавов, сварочных горелок.

4. Изучить правила безопасной работы при газовой сварки и наплавке.

5. Составить отчет.

**Оснащение рабочего места:** Ацетиленовый генератор АСВ-1,25; запарный вентиль, кислородный редуктор, сварочные горелки, сварочные рукава, плакаты, ветошь.

### Общие сведения

Ацетиленовые генераторы предназначены для получения ацетилена разложением карбида кальция водой. Согласно ГОСТ 5190 – 78, ацетиленовые генераторы классифицируются по следующим признакам:

- по производительности – 1.25; 3,5; 10; 20; 40; 80; 160; 320; 640, м<sup>3</sup> /ч.
- по способу применения – передвижные с производительностью 1.25...3 м<sup>3</sup> /ч, стационарные с производительностью 5...64 0 м<sup>3</sup> /ч.
- по давлению вырабатываемого ацетилена – низкого давления до 0.02 МПа
- среднего давления от 0.02 до 0.15МПа.
- по способу взаимодействия карбида кальция с водой – генераторы системы – КВ(карбид в воду); генераторы ВК (вода на карбид), генераторы системы ВВ(вытеснения воды).

## Ацетиленовый генератор АСВ-1.25

Это переносной генератор среднего давления, работающий по системе ВВ (вытеснения воды). Схема генератора представлена на рисунке 7.1. Генератор представляет собой вертикальный цилиндрический сосуд, состыкованный из корпуса промывателя 1 и корпуса газообразователя – 2. К верхней части газообразователя приварено сферическое днище 7 с горловиной, через которую в корпусе вставляется корзина 6, укрепленная на крышке 12, крышка уплотняется винтом 14 и рычагом 13.

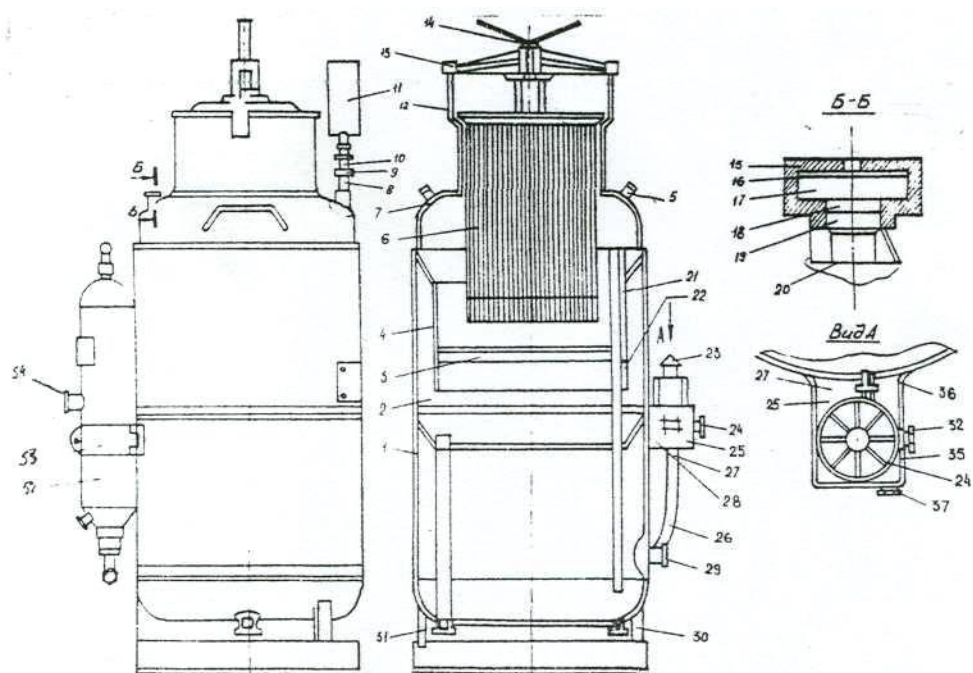


Рисунок 7.1 – Ацетиленовый генератор АСВ-1.25-4

Корпусы газообразователя и промывателя сообщаются между собой трубкой 22. Пространство между корпусом газообразователя и шахтой 4 образует газовую подушку. Верхний конец трубки 22 расположен в газовом пространстве газообразователя, нижний – в воде промывателя. Воду в газообразователь заливают через горловину. В промыватель вода переливается через трубку 22 до уровня контрольного крана 29 и из газообразователя сливают через штуцер 30. В шахте

установлена решётка 3 с отверстиями для разложения мелких кусков карбида кальция (просыпающихся между прутками). Загрузочная корзина изготовлена из стальных прутков, цепляется за крышку, опускается в шахту и уплотняется винтом 14 и рычагом 13.

Образующийся ацетилен по трубке 22 поступает в промыватель, проходя через слой воды, охлаждается и промывается. Из промывателя ацетилен, пройдя бобышку 27, предохранительный клапан 27 по каналу 28, попадает в предохранительный затвор 32, из которого поступает в горелку или резак. Предохранительный клапан устанавливается в скобе 35, скоба цепляется за крючки 36. Уплотняется клапан прокладкой 25 и нажимным винтом 37. На генераторе с помощью накидной гайки 9 установлен манометр 11, который уплотняется прокладкой 10 и присоединяется к бобышке 8. Для предохранения генератора от резкого повышения давления свыше допустимого служит мембрана 18, устанавливаемая в бобышке 20 между прокладками 19. Усилия для уплотнения создаются накидной гайкой 15 через нажимное кольцо 17. От повреждения мембрана предохраняется сеткой 16. Для предохранения генератора от проникновения в него взрывной волны при обратном ударе пламени служит предохранительный затвор среднего давления ЗГС-1.25. Затвор 32 закрепляется на генераторе хомутиками 33.

Предохранительные затворы предназначены для предохранения ацетиленовых генераторов и газопроводов от попадания в них взрывной волны при обратных ударах пламени из сварочной горелки. Горючая смесь сгорает с определённой скоростью, поэтому скорость истечения горючей смеси всегда должна быть выше скорости её сгорания. Если скорость истечения горючей смеси станет меньше скорости её сгорания, то пламя проникнет в канал мундштука и воспламенит смесь в каналах горелки или резака, произойдёт хлопок и возникнет обратный удар пламени. Обратный удар может произойти от перегрева и засорения канала мундштука горелки. Предохранительные затворы бывают жидкостные и сухие. Жидкостные предохранительные затворы обычно заливают водой, сухие – наполняют мелкопористой массой металлокерамической. Затворы делятся по пропускной способности – 0,8; 1,25; 2,0; 3,2 м<sup>3</sup>/ч; по предельному давлению,

низкого, в которых предельное давление ацетилена не превышает 0,01 МПа; среднего давления – 0,07 МПа; высокого давления – 0.15 МПа. Предохранительные затворы устанавливают между ацетиленовым генератором и горелкой. При применении ацетиленового баллона предохранительный затвор не требуется.

Предохранительный затвор ЗГС-1.25 – среднего давления; предельно допустимое давление 0,15 МПа, пропускная способность 1,25 м<sup>3</sup>/ч, масса 2,5 кг. Состоит из корпуса 1 с верхним и нижним сферическим днищами, рисунок 7.2. В нижнее днище ввернут обратный клапан, состоящий из корпуса 4, гуммированного клапана 3 и колпачка 2, ограничивающего подъем клапана (гуммирование – покрытие резиной или эбонитом). Обратный клапан имеет отверстие для слива воды, закрытое пробкой 6, и ниппель 7 для ввода ацетилена в затвор.

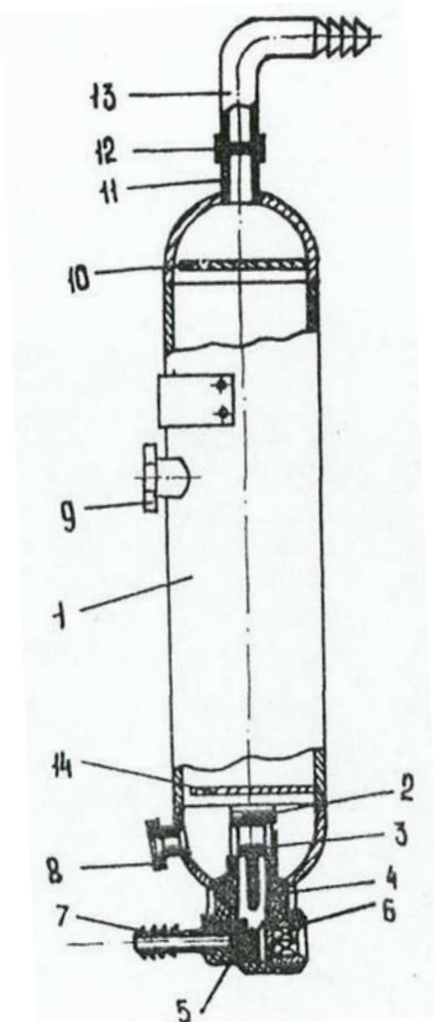


Рисунок 7.2 – Предохранительный затвор ЗГС-1.25-4

Сетка 5 задерживает частицы карбидного ила, окалины и другие твёрдые частицы. В верхней части затвора расположен пламяпреградитель 10 и штуцер 11, а в нижней части рассекатель 14. Для слива воды предусмотрена пробка 8. Вода заливается при снятой накидной гайке 12 и ниппеля 13 до контрольной пробки 9. Ацетилен выходит из затвора через ниппель 13 в шланги горелки. При обратном ударе пламени клапан 3 прижимается давлением воды к седлу и препятствует проникновению ацетилена из генератора в затвор, а пламя гасится столбом воды.

### **Баллоны для сжатых газов**

Баллоны предназначены для хранения и транспортировки сжатых, сжиженных и растворимых газов, баллоны имеют различную вместимость от 0,4 до 55 дм. Баллоны представляют собой стальные цилиндрические сосуды, в горловине которых имеется конусное отверстие с резьбой, куда ввертывается запорный вентиль, что исключает установку кислородных вентилях на ацетиленовый баллон и наоборот. На горловину плотно насаживают кольцо с наружной резьбой колпака, который служит для предохранения вентиля баллонов от возможных ударов при транспортировке.

В зависимости от предназначенного газа, баллоны окрашивают снаружи в условные цвета, а также соответствующей каждому газу краской наносят наименование газа.

Например, кислородные баллоны окрашивают голубым цветом, а надпись делают чёрной краской, ацетиленовый – белой и красной краской, водородные – в тёмно-зелёный и красный цвет, пропан – в красный и белый цвет краски.

Часть верхней сферической части баллона не окрашивают и выбивают на ней паспортные данные баллона: тип, заводской номер баллона, товарный знак завода изготовителя, масса порожнего баллона, вместимость, рабочее и испытательное давление, дата изготовления, клеймо ОТК и клеймо инспекции Роспотребнадзора, дата следующего испытания. Баллоны периодически через каждые пять лет подвергают осмотру и испытанию.

## **Кислородные баллоны**

Кислород для сварки и резки доставляют в стальных кислородных баллонах типа 150 х 150 л. Кислородный баллон представляет собой стальной цельнотянутый цилиндрический сосуд, имеющий выпуклое днище, на которое напрессовывается башмак, сверху баллон заканчивается горловиной. В горловине имеется конусное отверстие, куда ввёртывается запорный вентиль, на горловину для защиты вентиля навёртывается предохранительный колпак.

Широкое применение нашли баллоны ёмкостью 40 дм. Эти баллоны имеют размеры: наружный диаметр – 219 мм, толщина стенки – 7 мм, высота – 1390 мм. Масса баллона без газа – 76 кг. Рабочее давление – 15 МПа, а испытательное – 22,5 МПа. Качество кислорода в баллоне определяют умножением ёмкости баллона(м) на давление(МПа).

## **Запорные вентили**

Запорные вентили предназначены для наполнения баллонов газами, подачи их в горелку и сохранения.

Вентили подразделяются на баллонные и рамповые. Принцип работы баллонных вентилях одинаков, однако они различаются между собой материалом, из которого они изготовлены, присоединительной резьбой и способом уплотнения, так же по роду газа.

Кислородные вентили изготавливают из латуни, в отличие от стали не горят в среде сжатого кислорода. Маховики и заглушки можно изготавливать из стали, алюминиевых сплавов и пластмасс.

Вентиль состоит из корпуса 9 (рисунок 7.3) со штуцером. К штуцеру, имеющему правую резьбу, присоединяется накидной гайкой кислородный редуктор. В корпусе находится клапан 11 с уплотнителем 12. На верхнюю часть корпуса навёртывается накидная гайка 6, плотно прижимает фибровую прокладку 7. На выступающую часть шпинделя 5 надевается маховичок 3, который закрепляется с помощью пружины 2 и маховиковой гайки 1 и уплотняется фибровой прокладкой

4. Вентиль снабжается заглушкой 10. Для того чтобы открыть клапан для выхода кислорода из баллона, необходимо повернуть маховичок 3. Открывается вентиль поворотом маховика против часовой стрелки, а закрывается вращением по часовой стрелке. Вращение от шпинделя 5 к каналу передаётся соединительной муфтой 8. Вентиль имеет сальниковые уплотнения в виде фибровой прокладки 7.

В целях безопасности при работе все детали кислородного вентиля должны быть тщательно обезжирены.

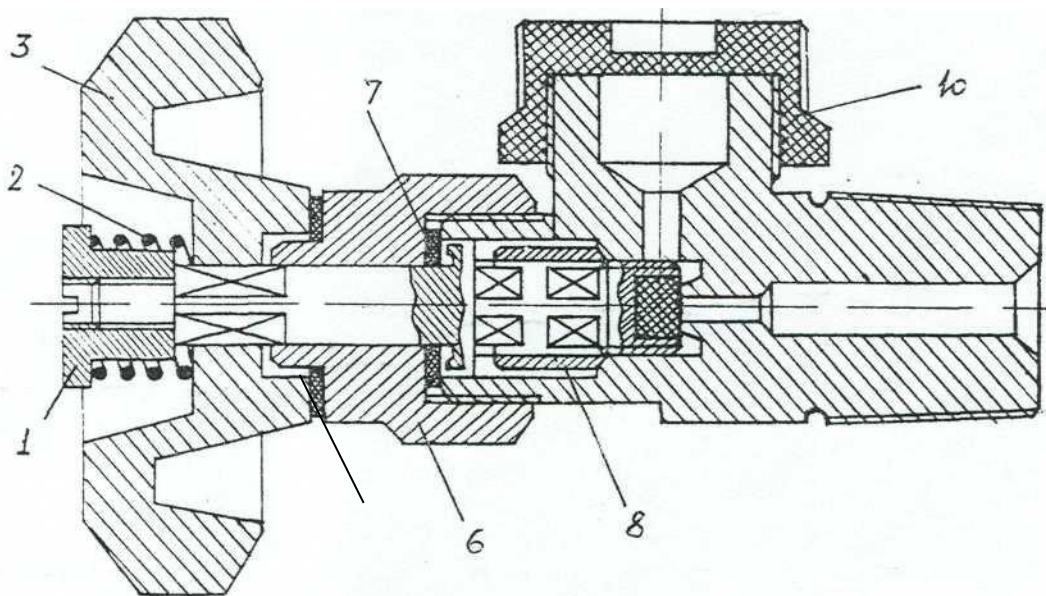


Рисунок 7.3 – Запорный кислородный вентиль

### Редукторы для сжатых газов

Редукторы предназначены для понижения давления газа, отбираемого из баллона до рабочего и для автоматического поддержания этого давления, независимо от изменения давления газа в баллоне или газопроводе.

Согласно ГОСТ 6268 – 78, редукторы классифицируются:

1. По принципу действия – на редукторы прямого и обратного действия; по назначению и месту установки – баллонный (В), рамповый (Р), сетевой (С), центральный (Ц), универсальный высокого давления (У).

2. По схеме редуцирования – одноступенчатый с механической установкой

давления (О), двухступенчатый с механической установкой давления (Д), одноступенчатый с пневматической установкой (У).

3. По роду редуцируемого газа – ацетиленовый (А), кислородный (К), пропанобутановый (П), метановый (М).

Редукторы отличаются друг от друга цветом окраски корпуса и присоединительными устройствами для крепления их к баллону. Редукторы, за исключением ацетиленовых, присоединяют накидными гайками, резьба которых соответствует резьбе штуцера вентиля. Ацетиленовые редукторы крепят к баллонам хомутом с упорным винтом. Основные типы редукторов приведены в таблице п.1.3 приложения.

### **Двухступенчатые кислородные редукторы**

Двухступенчатые кислородные редуктора выпускают в двух вариантах: ДКД-8 – для сварки и ДКД-15 – для резки.

Давление кислорода в редукторе понижают двухступенчатым расширением кислорода. Кислород, пройдя фильтр 3, попадает в первую ступень редуцирования – камеру А (см. рисунок 7.4). Давление в камере А контролируют манометром 4. Пружина 19 рабочей камеры первой ступени редуцирования под действием регулирующего колпачка 20 находится в сжатом состоянии и через диск 21, мембрану 22 и толкатель 18 отжимает клапан от седла. Кислород из камеры высокого давления А, пройдя через образовавшийся зазор между клапаном 17 и седлом 16, сжимает давление газа до 1,1 МПа в редукторе ДКД-8 и до 1,94 МПа в редукторе ДКД-15. Оттуда кислород поступает во вторую ступень редуцирования. Давление в рабочей камере второй ступени редуцирования Б устанавливают вращением винта 8 и контролируют манометром 11. При повороте винта 8 по часовой стрелке нажимная пружина 7 через диск 6, мембрану 5, толкатель 9 отжимает клапан 14 от седла 10 и кислород через образовавшийся зазор поступает в рабочую камеру Б, где расширяется до требуемого давления.

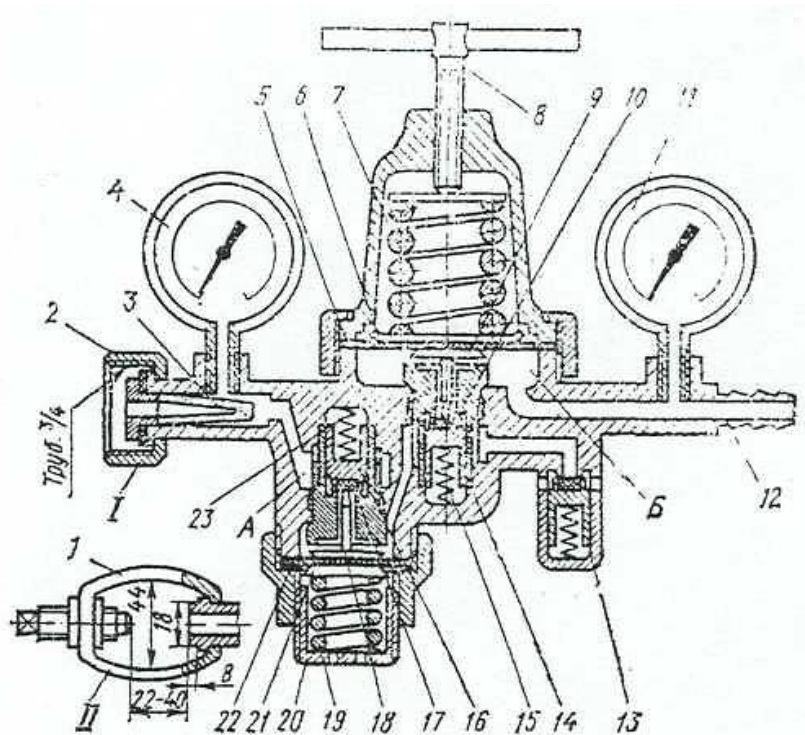


Рисунок 7.4 – Схема кислородного редуктора.

Под этим давлением кислород поступает в горелку или резак. При прекращении отбора газа давления в рабочей камере Б через мембрану 5 отжимает нажимную пружину 7, а запорная пружина 15 прижимает клапан к седлу, прекращая тем самым дальнейший пропуск газа. При этом давление в рабочей камере первой ступени так же возрастает и отжимает нажимную пружину 19, а запорная пружина 23 прижимает клапан к седлу.

Редуктор присоединяют к баллону накидной гайкой.

Технические характеристики баллонных редукторов приведены в таблице п.1.4 приложения.

### Газовые рукава

Рукава предназначены для подвода газа к горелке или резаку. В соответствии ГОСТ 9556 – 75, рукава изготовляют из вулканизированной резины с тканевыми прокладками. Кислородные рукава имеют внутренний и наружный слой из

вулканизированной резины и несколько слоев из льняной или хлопчатобумажной ткани.

В зависимости от назначения рукава для газовой сварки подразделяются на следующие классы:

- 1-го класса для подачи ацетилен, городского газа, пропана и бутана под давлением до 0.63 МПа;
- 2-го класса для подачи жидкого топлива (бензина, уайт-спирита, керосина или их смеси) под давлением 0.63 МПа;
- 3-го класса для подачи кислорода под давлением до 2 МПа.

Наружную поверхность рукава окрашивают в следующие цвета: красный – рукава 1 класса, жёлтый – рукава 2 класса, синий – рукава 3 класса. Рукава предназначены для работы при температуре от +50 до -35°С (238 °К). Внутренний диаметр рукавов изготавливаются равными 6,3; 8,0; 9,9; 10,0; 12,0; 12,5; 16,0 мм. Рукава поставляют длиной 10 и 14 м. Для нормальной работы горелки длина рукавов не должна превышать 20м., т.к. при использовании более длинных рукавов значительно снижается давление газа.

### **Сварочные горелки**

Сварочная горелка предназначена для смешивания рабочего газа или паров горючей жидкости с кислородом и получения сварочного пламени. Каждая горелка имеет устройство, позволяющее регулировать мощность, состав и форму сварочного пламени (см. рисунок 7.5 ).

В соответствии с ГОСТ 1077 – 79 сварочные горелки подразделяются следующим образом.

1. По способу подачи горючего газа и кислорода в смесительную камеру – инжекторные и безинжекторные.

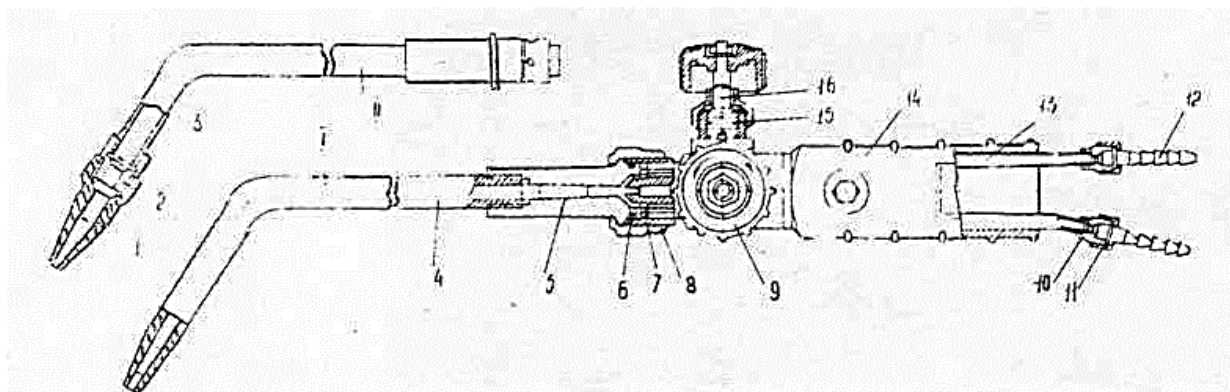
2. По роду применяемого горючего газа – ацетиленовые, для газов – заменителей, для жидких горючих и водородных.

3. По назначению – на универсальные (сварки, резка, пайка, наплавка) и специализированные (выполнение одной операции).

4. По числу пламени – однопламенные и многопламенные горелки.

5. По мощности пламени – горелки микромощности (расход ацетилена 5... 60 л/ч), большой мощности (2500 ... 7000 л/ч).

6. По способу применения – ручные и машинные.



1 – мундштук, 2 – шпindel мундштука, 3 – трубка горючей смеси, 4 – трубчатый мундштук, 5 – камера смесительная, 6 – кольцо резиновое уплотнительное, 7 – инжектор, 8 – гайка накидная, 9 – вентиль ацетиленовый, 10 – штуцер, 11 – гайки накидные, 12 – ниппель шланговый, 13 – трубка, 14 – рукоятка, 15 – сальниковая набивка вентиля (резиновое кольцо), 16 – вентиль

Рисунок 7.5 – Горелка сварочная ГС-3

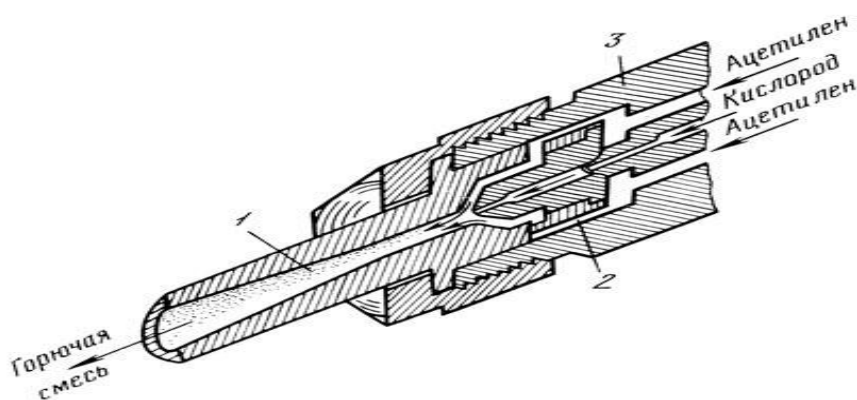
В инжекторной горелке подача горючего газа в смесительную камеру осуществляется за счёт подсоса его струёй кислорода, вытекающего с большой скоростью из отверстия сопла. Процесс подсоса газа более низкого давления струёй кислорода, подводимого с более высоким давлением, называется инжекцией, а горелки данного типа называются инжекторными горелками.

Для нормальной работы инжекторных горелок необходимо, чтобы давление кислорода было 0,15...0,5 МПа, а давление ацетилена значительно ниже – 0,001...0,12 МПа.

Кислород (рисунок 7.) из баллона под рабочим давлением через ниппель, трубку и вентиль 16 поступает в сопло инжектора 7. Выходя из сопла инжектора с

большой скоростью, кислород создаёт разрежение в кислородно-ацетиленовом канале, в результате этого ацетилен, проходя через ниппель 12, трубку и вентиль 9, подсасывается в смесительную камеру 5. В ней кислород, перемешиваясь с горючим газом, образует смесь. Горючая смесь, выходя через мундштук 1, поджигается и, сгорая, образует сварочное пламя. Подача газов в горелку регулируется кислородным вентилем 16 и ацетиленовым 9, расположенным на корпусе горелки. Сменные наконечники 2 подсоединяются к корпусу горелки накидной гайкой.

Инжекторное устройство (рисунок 7.6) состоит из инжектора 1 и смесительной камеры 2.



1 - смесительная камера, 2 - инжектор, 3 - корпус горелки

Рисунок 7.6 Разрез инжекторного устройства

Для нормальной инжекции большое значение имеют правильный выбор зазора между коническим торцом инжектора 2 и конусом смесительной камеры 1 и размеров ацетиленового 3 и кислородного клапанов. Нарушение работы устройства приводит к возникновению обратных ударов, снижению запаса ацетилена в горючей смеси и др.

Техническая характеристика инжекторных горелок "ЗВЕЗДА" и ГС-3 приведены в таблице 7.1

Таблица 7.1-Техническая характеристика горелок малой и средней мощности

Параметры	Номер наконечника							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Толщина свариваемой низкоуглеродистой стали, мм.	0,3-0,6	0,5-1,5	1,0-2,5	2,5-4	4-7	7-11	10-18	17-30
Расход, л/ч: ацетилен, кислорода	25-60	50-125	120- 240	240-430	400- 700	660- 1100	1030- 1750	1700-2800
Давление на выходе в горелку, кгс/см <sup>2</sup> кислорода, ацетилен	0,8-4	1-4	1,5-4	2-4 не ниже	2-4 0,01	2-4	2-4	2-4
Диаметр отверстия, мм: инжектора, мундштука	0,18	0,25	0,35	0,45	0,6	0,75	0,95	1,2
Скорость истечения смеси из мундштука, м/с	40-135	50-130	65-135	75-135	80- 140	90- 150	100- 160	110-170

### Правила безопасности труда при газовой сварке и наплавке

В целях защиты сетчатой сосудистой оболочки глаза, газосварщики должны работать в защитных очках со специальными светофильтрами. Для подсобных рабочих рекомендуются очки со светофильтрами марки Г-1, для газосварщиков и газорезчиков, работающих с аппаратурой средней мощности, светофильтры Г-2, а при работе с более мощной аппаратурой – светофильтры Г-3. Очки должны плотно прилегать к лицу. От брызг расплавленного металла и искр светофильтр рекомендуется защищать простым сменным стеклом. При сварке цветных металлов, латуни и свинца сварку необходимо вести в респираторах.

Для сварочных работ используются костюмы из брезентовой парусины с комбинированной пропиткой согласно ГОСТу. Спецодежда для работы должна быть целой, сухой и не промасленной. Карманы куртки закрывают клапанами, концы рукавов завязывают тесёмками. После работы спецодежду необходимо просушивать.

При выполнении газопламенных работ ацетиленовый генератор должен находиться на расстоянии не менее 10 м от места работ, а также от любого другого источника огня и искр и на расстоянии не менее 5 м от баллонов с кислородом и другими горючими газами. Запрещается газосварщику перемещаться вне рабочего места с зажженной горелкой или резаком. При перерывах в работе пламя горелки должно быть потушено, а вентили плотно закрыты. Даже на короткое время не разрешается выпускать из рук горящую горелку или резак.

Передвижные ацетиленовые генераторы устанавливаются преимущественно на открытом воздухе под навесом. Допускается установка передвижных ацетиленовых генераторов для выполнения временных работ в рабочих и жилых помещениях при условии, что эти помещения имеют объем не менее 300 м<sup>3</sup> на каждый аппарат и могут проветриваться. На рабочем месте должна быть рабочая инструкция по эксплуатации данного ацетиленового генератора.

Не реже одного раза в месяц генераторы и водяные затворы разбирают для капитальной очистки. Карбид кальция необходимо хранить в сухих, хорошо проветриваемых помещениях. Склады должны быть обеспечены огнетушителями и ящиком с песком. Вскрывать барабаны следует латунным зубилом и деревянным молотком. Перед вскрытием барабана на место реза наносят слой тавота толщиной 2 – 3 мм, который, смазывая лезвие ножа, облегчает процесс резания и исключает искрообразование. Крупные куски карбида кальция следует размельчать латунным молотком, при этом рабочие должны пользоваться защитными очками. Не полностью использованные барабаны с карбидом кальция, необходимо закрывать крышками, обеспечивающими герметизацию. Хранение тары из-под карбида кальция разрешается на специально отведённых площадках вне производственных помещений. При погрузке и разгрузке барабанов с карбидом кальция курить не разрешается.

При работе с газовыми баллонами следует соблюдать следующие меры предосторожности: баллоны должны быть обязательно снабжены предохранительными колпаками, плотно навёртывающимися на кольца, закреплённые на горловине баллонов. Транспортировка баллонов разрешается на

рессорных транспортных средствах, на специальных ручных тележках и носилках, в специальных контейнерах, где баллоны закрепляются вертикально. В пределах рабочего места баллон можно кантовать в слегка наклонном положении. При перевозке, погрузке и выгрузке баллонов не допускается их падение и удары друг о друга. Запрещается снимать колпак с баллона или открывать вентиль ударами молотка, зубилом или другими способами, вызывающими образование искр. На каждом сварочном посту разрешается иметь только два кислородных баллона – один находящийся в работе, другой запасной. Баллоны с газом должны упаковываться в стороне от приборов отопления на расстоянии не менее 1 м, а от печей и других источников открытого огня не менее 5 м. На рабочих местах баллоны устанавливаются в вертикальном положении и прочно закрепляются хомутиком или цепями. Кислородные баллоны могут эксплуатироваться в горизонтальном положении, однако они должны быть уложены так, чтобы горловина их была выше башмака.

Перед началом работы необходимо проверить плотность и прочность присоединения газовых шлангов к горелке, резаку и редуктору, исправность аппаратуры: наличие достаточного подсоса в инжекторной горелке.

Закреплять шланги с ниппелем редуктора или горелки рекомендуется только хомутиками из стали. Не допускается использование испорченных рукавов, а также ремонт их изоляционной лентой и другими материалами. При ремонте рукава следует вырезать дефектное место и сращивать шланги сдвоенными соединительными ниппелями. При длительных перерывах в работе, кроме вентиля на горелке или резаке необходимо перекрывать вентили баллонов или газозаборных постов, а нажимные винты редукторов вывернуть до освобождения главной пружины.

Во время работы рукава необходимо оберегать от соприкосновения с токоведущими проводами, нагретыми предметами, масляными и жировыми материалами, от попадания на них искр и брызг расплавленного металла.

Перед зажиганием горелки или резака необходимо проверить, плотно ли соединение и незасорено ли сопло наконечника. При зажигании сначала открывают

кислородный вентиль на горелке или резаке, а потом – ацетиленовый; при тушении – наоборот. Около рабочего места необходимо иметь ведро с чистой водой для охлаждения перегреваемых мундштуков горелки или резака.

При обратном ударе пламени необходимо немедленно перекрыть ацетиленовый вентиль горелки и резака, а затем кислородные. После каждого обратного удара горелку или резак необходимо охладить в чистой холодной воде, а выходные каналы мундштуков и наконечников прочистить латунными и деревянными иглами.

### **Форма отчета**

- 1.Цель работы.
- 2.Задание.
- 3.Оснащение рабочего места.
- 4.Эскизы ацетиленового генератора, предохранительного затвора; редуктора и сварочной горелки.
- 5.Краткое описание конструкции перечисленных выше устройств.

### **Контрольные вопросы**

1. Назначение, классификация, конструкция и принцип работы ацетиленовых генераторов.
- 2.Назначение, устройство предохранительных затворов.
- 3.Назначение, устройство редукторов для сжатых газов.
- 4.Назначение и устройство баллонов для сжатых газов.
- 5.Назначение, классификация и устройство сварочных горелок.
- 6.Подготовка газосварочного оборудования к работе.
- 7.Правила безопасной работы при газовой сварке.

## Список использованных источников

1. ГОСТ5190-78 Генераторы ацетиленовые низкого и среднего давления. Типы, основные параметры и общие технические требования.
2. ГОСТ 6268-78 Редукторы для газопламенной обработки. Типы и основные параметры.
3. ГОСТ 1077-79 Горелки однопламенные универсальные для ацетиленовой кислородной сварки, пайки и подогрева. Типы основные параметры и размеры, общие технические требования.
4. Авдонькин, Ф.Н. Ремонт автомобилей / Ф.Н. Авдонькин. - М.: Саратовское книжное издательство, 2013. - 536 с.
5. Бардин, В.М. Высокочастотные инверторы для сварки на переменном токе / В.М. Бардин, А.В. Земсков. - Москва : ДМК Пресс, 2015. - 144 с.
6. Беднарский, В. В. Организация капитального ремонта автомобилей / В.В. Беднарский. - М.: Феникс, 2015. - 592 с.
7. Виноградов, В. М. Устройство, техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учебное пособие / В.М. Виноградов. - Москва: КУРС: ИНФРА-М, 2021. - 376 с. - (Среднее профессиональное образование).
8. Виноградов, В.М. Организация производства технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей: Учебное пособие / В.М. Виноградов. - М.: Академия, 2018. – 112с.
9. Виноградов, В.М. Технологические процессы технического обслуживания и ремонта автомобилей: Учебник / В.М. Виноградов. - М.: Академия, 2019. - 240 с.
10. Иванов, В. П. Оборудование автопредприятий: Учебник / Иванов В.П., Крыленко А.В. - Москва :НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2014. - 302 с. (Высшее образование: Бакалавриат).
11. Карагодин, В. И. Ремонт автомобилей и двигателей / В.И. Карагодин, Н.Н. Митрохин. - М.: Академия, 2017. - 496 с.
12. Лупачев, А. В. Источники питания и оборудование сварки плавлением : учеб.

- пособие / А. В. Лупачев, В. Г. Лупачев. - Минск : РИПО, 2018. - 288 с.
13. Малышев Б.Д. и др. Ручная дуговая сварка: Учеб. Для проф. - техн. училищ/ Б.Д. Малышев, В.И. Мельник, И.Г. Гетия, - М.: Стройиздат,1990.-319 с.: ил.
  14. Михайлицын, С. В. Михайлинцын, С.В. Основы сварочного производства : учебник / С.В. Михайлицын, М.А. Шекшеев. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 260 с. - ISBN 978-5-9729-0381-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1048767>– Режим доступа: по подписке.
  15. Михайлицын, С. В. Сварка специальных сталей и сплавов : учебник / С. В. Михайлицын, И. Н. Зверева, М. А. Шекшеев. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 192 с. - ISBN 978-5-9729-0481-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168549> (– Режим доступа: по подписке.
  16. Михайлицын, С. В. Сварочные и наплавочные материалы : учебник / С. В. Михайлицын, И. Н. Зверева, М. А. Шекшеев. - Москва : Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 228 с. - ISBN 978-5-9729-0402-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168557> (дата обращения: 05.10.2020). – Режим доступа: по подписке.
  17. Новиков, Александр Николаевич; Охрана и безопасность труда при техническом обслуживании и ремонте автомобилей : Учеб. Пособие Для Вузов / Новиков Александр Николаевич;. - Москва: Гостехиздат, 2014. - 245 с.
  18. Овчинников, В. В. Технология и оборудование для контактной сварки : учебник / В. В. Овчинников, М. А. Гуреева. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 272 с.
  19. Основы ремонта автомобилей. Теория и практика : учебное пособие / А. М. Кадырметов, Д. А. Попов, В. О. Никонов [и др.]. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 372 с. - ISBN 978-5-9729-0483-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/.10.2020>). – Режим доступа: по подписке.
  20. Петросов, В. В. Ремонт автомобилей и двигателей. Учебник / В.В. Петросов. -

- М.: Academia, 2014. - 224 с.
21. Савич, Е. Л. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учебное пособие / Е. Л. Савич, А. С. Гурский ; под. ред. Е. Л. Савича. – Минск : РИПО, 2019. - 425 с. - ISBN 978-985-503-959-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1088316>– Режим доступа: по подписке.
  22. Синельников, А. Ф. Основы технологии производства и ремонт автомобилей / А.Ф. Синельников. - М.: Academia, 2013. - 320 с.
  23. Технология ремонта машин : учебник / В. М. Корнеев, В. С. Новиков, И. Н. Кравченко [и др.] ; под ред. В. М. Корнеева. – Москва : ИНФРА-М, 2021. – 314 с.
  24. Хромченко Ф.А. Справочное пособие электросварщика. - М.: Энергоатомиздат, 1989 - 144 с.ил.
  25. Чеботарев, М. И. Сварочное дело: газовая сварка и резка металла : учебное пособие / М. И. Чеботарев, В. Л. Лихачев, Б. Ф. Тарасенко. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 200 с.
  26. Чеботарев, М. И. Сварочное дело: дуговая сварка : учебное пособие / М. И. Чеботарев, В. Л. Лихачев, Б. Ф. Тарасенко. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 240 с.

## Оглавление

Введение.....	3
Лабораторная работа № 1 Источники питания сварочной дуги.....	4
Лабораторная работа № 2. Ручная дуговая сварка.....	15
Лабораторная работа № 3. Технология восстановления изношенных деталей наплавкой под слоем флюса.....	29
Лабораторная работа № 4. Восстановление деталей вибродуговой наплавкой.....	38
Лабораторная работа № 5. Восстановление деталей электродуговой металлизацией.....	48
Лабораторная работа № 6. Технология сварки и наплавки в среде углекислого газа.....	58
Лабораторная работа № 7. Оборудование для газовой сварки.....	64
Список использованных источников.....	80

Бадардинова Татьяна Егоровна  
Семенчук Наталья Васильевна  
Мурашова Марина Юрьевна

Технология ремонта и восстановления деталей машин сваркой и наплавкой  
Методические указания к лабораторным работам  
по МДК 01.02. Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта

Подготовка оригинала макета Семенчук Н.В.

Лицензия на издательскую деятельность  
ЛР № 070444 от 11.03.98 г.  
Подписано в печать 05.01.2018 г . Формат 60x84/16  
Усл. печ. л. 5. Тираж 20 экз.

Издательство Иркутского государственного  
аграрного университета им. А.А. Ежевского  
664038, Иркутская обл., Иркутский р-н,  
пос. Молодежный