

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
*«Добрянский гуманитарно-технологический техникум им. П.И.Сюзева»*

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО ПМ 03 «ВЫПОЛНЕНИЕ ЧАСТИЧНО МЕХАНИЗИРОВАННОЙ СВАРКИ  
(НАПЛАВКИ) ПЛАВЛЕНИЕМ»**

*для профессии*

*15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))*

г.Добрянка, 2024 г.

Рассмотрено  
на заседании П(Ц)К Дисциплины профессионального  
цикла  
Протокол № 1 от «14» сентября 2024 г.

Председатель П(Ц)К Дисциплины профессионального  
цикла

  
Катаева Е.И.

ОДОБРЕНО  
методическим советом ГБПОУ ДГТТ им.  
П.И. Скулева  
Протокол № 1 от «14» сентября 2024 г.

Методист

  
О.Ю. Харламова

Заведующий структурного подразделения  
  
М.К. Рыbkова

**Составитель:** Алексина Оксана Васильевна, преподаватель ГБПОУ «Добрянский гуманитарно-технологический техникум им. П.И. Скулева»

**Рецензенты:**

**Внешние:**

## СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
Практическая работа №1	5
Практическая работа №2	7
Практическая работа №3	9
Практическая работа №4	10
Практическая работа №5	11
Практическая работа №6	17
Практическая работа №7	19
Практическая работа №8	21
Практическая работа №9	23
Практическая работа №10	26
Практическая работа №11	28
Практическая работа №12	31
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	39

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению практических работ по МДК 03.01 «Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением» разработаны в соответствии с ФГОС среднего профессионального образования и рабочей программой дисциплины.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

### **уметь:**

- Выполнять частично механизированную сварку (наплавку) плавлением простых деталей неотчетливых конструкций в нижнем, вертикальном и горизонтальном пространственном положении сварного шва

- Проверять работоспособность и исправность оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением различных деталей из углеродистых и конструкционных сталей

- Настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением различных деталей из углеродистых и конструкционных сталей

- Проверять работоспособность и исправность оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением различных деталей и конструкций из цветных металлов и сплавов

- Настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением различных деталей и конструкций из цветных металлов и сплавов

- Проверять работоспособность и исправность оборудования для частично механизированной наплавки плавлением

- Настраивать сварочное оборудование для частично механизированной наплавки плавлением

### **знать:**

- Основные группы и марки материалов, свариваемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением

- Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением различных деталей из углеродистых и конструкционных сталей

- Методы расчета и измерения основных параметров простых электрических, магнитных и электронных цепей

- Технологию и технологию частично механизированной сварки (наплавки) плавлением для сварки различных деталей из углеродистых и конструкционных сталей во всех пространственных положениях сварного шва

- Назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения

- Сварочные (наплавочные) материалы для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением

- Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением различных деталей и конструкций из цветных металлов и сплавов

- Технологию и технологию частично механизированной сварки (наплавки) плавлением для сварки различных деталей и конструкций из цветных металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва

- Назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения

- Наплавочные материалы для частично механизированной наплавки плавлением

- Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для частично механизированной наплавки плавлением различных деталей и конструкций из цветных металлов и сплавов

- Технологию и технологию частично механизированной сварки (наплавки) плавлением для сварки различных деталей и конструкций из цветных металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва

- Назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения

### **Критерии оценки практических работ**

Оценка «5» ставится в том случае, если:

- обучающийся полностью соблюдал правила выполнения практической работы, работа выполнялась самостоятельно, рационально организовывал рабочее место, не было нарушений правил

техники безопасности, санитарии и гигиены; задание выполнено в полном объеме и в установленное время.

Оценка «4» ставится в том случае, если:

- работа выполнялась самостоятельно, допущены незначительные ошибки, которые исправлялись самостоятельно, на выполнение работы затрачено времени больше установленного по норме на 10% .

Оценка «3» ставится в том случае, если:

- самостоятельность в работе была низкой, допущены нарушения в организации рабочего места; отдельные задания выполнялись неправильно, но ошибки исправлялись после замечания преподавателя, допущены незначительные нарушения правил техники безопасности, на выполнение работы затрачено времени больше установленного по норме на 25% .

Оценка «2» ставится в том случае, если:

- отсутствовала самостоятельность в работе, допущены грубые нарушения правил техники безопасности, которые повторялись после замечаний преподавателя, неправильно выполнялись многие виды работ, ошибки повторялись после замечания преподавателя, на выполнение работы затрачено времени против нормы больше чем на 25% .

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1**

### **Тема 1.1 Оборудование сварочного поста для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в защитном газе**

*Ознакомление с устройством и принципом работы сварочного полуавтомата*

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** 1.Закрепление теоретических знаний по теме.

2.Формирование практических навыков последовательности включения сварочного полуавтомата

3.Формирование общей (профессиональной) компетенции: осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

**Студент должен знать:**

- устройство сварочного и вспомогательного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением;

**Студент должен уметь:**

- проверять работоспособность и исправность оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением;

- настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ:**

Сварочный полуавтомат ПДГ-305 УЗ предназначен для дуговой сварки стальной плавящейся проволокой в защитной среде углекислого газа стальных конструкций, швы которых расположены в различных пространственных положениях и труднодоступных местах

Комплектность полуавтомата ПДГ-305УЗ: закрытый механизм подачи сварочной проволоки типа МПЗ; сварочная горелка типаГДПГ-301-8;

Источник питания ВДГ-302 со встроенным блоком управления полуавтоматом; газовая аппаратура (баллон, газовый редуктор с расходомером, осушитель и

Подогреватель газа, электрогазовый клапан соединительные шланги и провода;

Сварочный полуавтомат Аврора ПРО 350 предназначен для дуговой сварки стальной плавящейся проволокой в защитной среде углекислого газа стальных конструкций, швы которых расположены в различных пространственных положениях и труднодоступных местах

Комплектность полуавтомата Аврора ПРО 350:

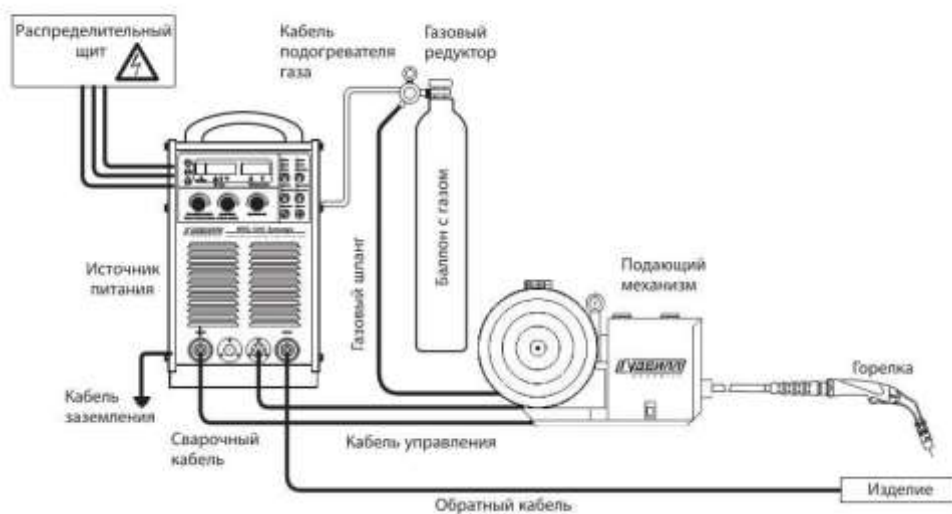
закрытый механизм подачи сварочной проволоки типа МПЗ;

сварочная горелка типаГДПГ-301-8;

источник питания ВДГ-302 со встроенным блоком управления полуавтоматом;

газовая аппаратура (баллон, газовый редуктор с расходомером, осушитель и подогреватель газа, электрогазовый клапан) соединительные шланги и провода;

Механизм подачи сварочной проволоки закрытого типа включает электропривод, кассету со сварочной проволокой на 5 кг, переносной пульт управления и блок разъемов, которые служат для подключения соединительных проводов и шлангов.



Сварочная горелка ГДПГ-301-8 (рис.3) предназначена для сварки сварочной проволокой диаметром до 2 мм при силе тока до 300 А состоит из корпуса 7 с изогнутой направляющей трубкой, спирали 6, электродержателя 5, наконечника 4, сопла 1, направляющего поток защитного газа, пружинного кольца 2, которое удерживает сменное сопло 3, направляющего канала 9 для сварочной проволоки, токогазоподвода 10, включателя 8., проводов управления 11. Снизу рукоятки имеется экран 13, который защищает руку сварщика от тепловых излучений. Сварочная проволока подается в горелку через наконечник 14. Для предотвращения перегрева горелки сопло 1 охлаждается естественным образом.

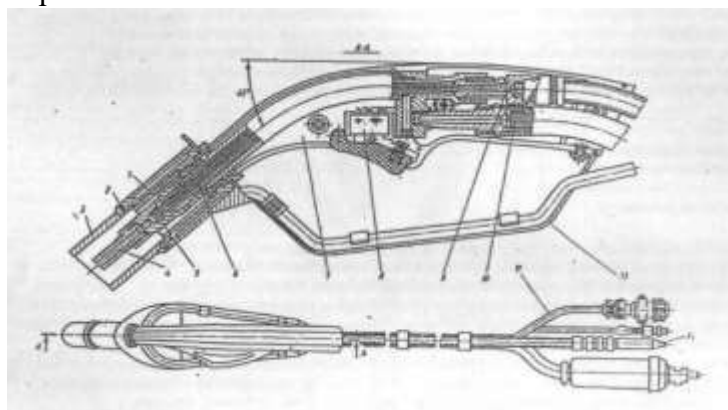


Рис.3. Сварочная горелка ГДПГ-301-8

Гибкий шланг предназначен для подачи сварочной проволоки, сварочного тока, защитного газа.

#### **Перед выполнением сварочных работ необходимо**

1. Проверить заземление, так как от его качества и надежности будет зависеть безопасность работы со сваркой.
2. Проверить питающую сеть по уровню напряжения, потому что данное оборудование сильно восприимчиво к перепаду напряжения и другим отклонениям питающего напряжения от номинальных значений.
3. Проверить качество электродной проволоки. Она не должна иметь вмятин, трещин, отслоений и других видимых дефектов.

## **Последовательность выполнения сварочных работ полуавтоматом**

- 1.С учетом толщины обрабатываемого металла выставьте требуемую силу рабочего тока и характерную ей скорость подачи проволоки.
- 2.Выбор и установка сменных шестерней позволяют настроить требуемую скорость подачи электрода.
- 3.Отрегулируйте блок питания, чтобы он выдавал требуемое напряжение и рабочий ток. Это позволит добиться хорошей дуги, правильного формирования валика.
- 4.Для подачи проволоки соответствующий переключатель установите в положение «Вперед», после чего проволока начнет поступать к месту сварки. Переключив тумблер в положение «Назад», проволока начнет наматываться на катушку.
- 5.Устанавливаем на источнике питания ВДГ-302 тумблер в положение подключения блока управления сварочным полуавтоматом
- 6.Устанавливаем на источнике питания режимы сварки (сварочный ток, напряжение);
- 7.Проводим настроечные операции (проверяем подачу сварочной проволокой и подачу защитного газа);
- 8.Включаем кнопку «ПУСК» на источнике питания ВДГ-302;
- 9.Включаем кнопку «ПУСК» на горелке. При этом происходит включение газового клапана, а через 1с включаются источник питания и привод подачи сварочной проволоки;
- 10.При замыкании сварочной проволоки на изделие зажигается дуга и происходит процесс сварки;
- 11.При размыкании выключателя на горелке останавливается двигатель подачи сварочной проволоки, происходит растяжка и обрыв дуги; через 2-4 с. выключаются источник питания и газовый клапан (снимается напряжение со сварочной горелки и прекращается подача защитного газа — схема приходит в исходное состояние

### **Порядок выполнения работы:**

- 1.Ознакомьтесь с теоретическим материалом.
- 2.Опишите последовательность включения сварочного полуавтомата
- 3.Составьте отчет.

### **Содержание отчета**

Отчет должен содержать:

- 1.Тему и цель работы.
- 2.Описание последовательности включения сварочного полуавтомата.
- 3.Ответы на контрольные вопросы.

### **Контрольные вопросы:**

- 1.Укажите, что входит в комплект сварочного полуавтомата?
- 2.Укажите, типы механизмов подачи проволоки?
- 3.Укажите способы регулирования подачи проволоки?
- 4.Укажите последовательность включения подачи тока, проволоки и газа при старте и последовательность отключения при окончании сварки?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2**

### **Тема 1.1 Оборудование сварочного поста для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в защитном газе** *Оборудование сварочного поста*

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** изучить устройство и оборудование сварочного поста.

### **ХОД РАБОТЫ:**

- Изучить теоретический материал.  
Описать обустройство сварочного поста.  
Описать оборудование, применяемое при механизированной сварке.  
Перечислить правила ТБ при организации сварочного поста.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ:

При оснащении сварочного поста берутся во внимание все нормы и требования, выдвигаемые к данному рабочему месту сварщика.

Основные элементы:

1. Комплект оборудования для производства сварки;
2. Стол для электродов, а также приспособлений;
3. Источник тока для сварки;
4. Стул для сварщиков;
5. Рубильник;
6. Вытяжная камера;
7. Ящик для специального инструмента;
8. Электродержатель.

Перечисленные компоненты сварочного поста располагаются в специальной кабине, размеры которой составляют 2000 x 2500 x 2000 миллиметров. Также нужно обратить внимание на то, что кабина выполняется с открытым верхом. Относительно стен кабины поста нужно сказать, что они могут быть изготовлены из тонкой стали, фанеры, которая пропитывается огнестойкой смесью, брезента, обработанного огнестойким раствором.

Требования к цвету стен кабины обязывают окрашивать их в светлосерые тона, способные качественно и эффективно поглощать ультрафиолетовые излучения во время соединительных работ. Пол кабины выполняется в обязательном порядке из огнестойкого материала, как гласят требования. Освещение также не должно оставаться без внимания, а поэтому нормативные требования уровня освещенности обязывают создавать свет не менее 80 лк. Особые требования выдвигаются к вентиляционной системе сварочного поста.

Таким образом, для комфортной работы сварщика понадобится мощная вентиляция. Отметим, что вентиляция необходима для того, чтобы вредные для организма человека газы, выделяемые во время соединительных работ, отводились за пределы помещения. Вентиляция должна в обязательном порядке удовлетворять нормативным документам, обеспечивать воздухообмен не менее 40 кубических метров в час. Если вентиляция поста или всего цеха выполнена не соответствующим нормам ГОСТа образом, вредные летучие отходы на протяжении длительного времени накапливаются, поражая при этом внутренние органы, органы дыхательной системы рабочего, чего допускать невозможно.

Современное оборудование достаточно часто оснащается специальными заслонками, регулирующими интенсивность процесса удаления вредоносных выбросов. Вентиляция имеет и другие инновации – установка гибкой конструкции рукава, за счет которого обеспечивается расположение вентиляционной системы в зоне производства соединений. Подобная вентиляция имеет некоторые преимущества в том, что работа в помещениях с такой системой удаления воздуха может производиться на протяжении длительного времени.

- Обустраивать на стационарном рабочем месте местную систему вентиляции;
- Во время работы в тесных местах, внутри резервуаров обустраивать переносную вытяжку;
- Обустраивать подвод воздуха через специальное отверстие во внутренней стенке двустенного щитка в особо тяжелых условиях;
- Если имеются ядовитые примеси в выделяемых газах необходимо использовать респиратор с химическим фильтром.

Стол профессионального сварщика предназначается для проведения на нем соединительных работ. Таким образом, крышка стола изготавливается из чугуна, толщина которой составляет 20-25 миллиметров. Каждый сварочный пост располагает установленным на нем магнитным пускателем, а также рубильником, предназначенными для включения и последующего выключения рабочего тока.



Передвижной сварочный профессиональный пост необходим для качественного выполнения сварки, изготовления крупногабаритных металлических изделий. Зачастую подобный сварочный пост располагается на открытой площадке, вследствие чего рабочее место передвижного типа оборудуется специализированным навесом. Навес, в свою очередь, служит для защиты от осадков, а также светового излучения. Складные щиты – основные материалы для производства навеса.

Для удобного размещения электродов, необходимых инструментов, специального оборудования и других полезных для соединительных работ приспособлений пост оборудуется специальными тумбами. На протяжении соединительных работ наблюдается выделение сварочного аэрозоля, несущего вред для здоровья рабочего. Поскольку пост располагается на открытом воздухе, сварочный аэрозоль во время контакта электрода с соединяемым металлом достаточно быстро и эффективно рассеивается. В связи с быстрым рассеиванием вредоносных веществ, выделяемых в процессе производства швов и соединений, вентиляция не устанавливается.

Требования выдвигаются и к освещению рабочего места. Система освещения расположена зачастую над столешницей стола, либо около нее. Освещение должно минимизировать нагрузку светового потока на органы зрения сварщика. Требования обязывают оснащать все типы постов в обязательном порядке заземляются. Зазор стенок составляет около полуметра для качественного вентилирования

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3**

#### **Тема 1.1 Оборудование сварочного поста для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в защитном газе**

##### *Основные и сварочные материалы*

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** изучить основные и сварочные материалы при механизированной сварке.

##### **ХОД РАБОТЫ:**

Изучить теоретический материал.

Описать возможности применения механизированной сварки при сварке различных материалов.

Описать сварочные материалы.

##### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ:**

К сварочным материалам относят широкий спектр разнообразных используемых при сварке материалов. Это сварочная проволока (стальная, алюминиевая, медная); наплавочная проволока; порошковая проволока; неплавящиеся (угольные, графитовые, вольфрамовые) и плавящиеся электроды; сварочные флюсы; защитные газы; прутки; ленты; порошки и др.

Сварочная проволока, расплавляясь при сварке, служит присадочным металлом, заполняющим область шва. Материал сварочной проволоки должен соответствовать материалу заготовок по своим физическим свойствам. Так медь и сплавы сваривают проволокой из меди и сплавов на медной основе по ГОСТ 16130—90. Марки проволоки из меди — М1, М2 и М3. Алюминий и его сплавы сваривают проволокой из алюминия и его сплавов по ГОСТ 7871—75. Марки проволоки из алюминия — АМг, АМг3, АМг5п, АМг6 м и др.

Сварочная проволока изготавливается в соответствии с ГОСТ 2246— 70. Государственный стандарт устанавливает три группы проволок: • низкоуглеродистые проволоки с содержанием углерода менее 0,12 %, используемые для сварки низкоуглеродистых, среднеуглеродистых и некоторых низколегированных сталей; Марки проволоки — Св — 08А и Св-08.

• легированные проволоки, используемые для сварки низколегированных, конструкционных и теплостойких сталей;

• высоколегированные проволоки для проведения сварки хромистых, хромоникелевых, нержавеющей и высоколегированных сталей.

Защитный газ — газ, используемый при сварке, который защищает зону сварки от проникновения вредных веществ из внешней среды, а в некоторых случаях позволяет выводить вредные вещества из сварочной ванны.

При сварке в расплавленном металле растворяются водород, кислород и др. вещества, содержащиеся в воздухе и ухудшающие качества сварочного шва. Для защиты зоны горения дуги и расплавленного металла используют:

- инертные газы (аргон, гелий) и их смеси. Инертные газы защищают дугу и свариваемый металл, не оказывая на металл металлургического воздействия. Их смесь способствует более интенсивному выделению теплоты от электрической дуги.

- активные (углекислый газ, азот, водород). Активные газы, вступают в химическое взаимодействие с металлом и растворяются в нем. По своим свойствам, активные газы делятся на три группы: газы с восстановительными свойствами (водород, оксид углерода); газы с окислительными свойствами (углекислый газ, водяные пары); газы с выборочной активностью к разным металлам (азот активен к черным металлам, алюминию; инертен к меди, медным сплавам).

- смеси инертных и активных газов. Смеси газов подбираются для улучшения их технологических свойств - уменьшению разбрызгивания, лучшему формированию сварного шва. Для этого используется смесь углекислого газа (95%) и кислорода (5%). Смесь (75 % Ar + 25 % CO<sub>2</sub>) используется для сварки стали.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4**

### **Исследование требований к качеству сварных соединений и швов.**

#### **Тема 1.2 Технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в защитном газе**

##### *Исследование требований к качеству сварных соединений и швов.*

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** приобрести навыки проверки требований к качеству сварных соединений и швов.

#### **ЗАДАЧИ:**

1. Изучить теоретические сведения.

2. В тетради для практических работ письменно ответить на контрольные вопросы.

Определенная часть дефектов сварных швов появляется в результате применения недостаточно качественных исходных материалов. Предотвратить появление этих дефектов помогает предварительный контроль сварочных материалов, выполняемый внешнего осмотра и обмеров. Все поступающие в производственное подразделение заготовки и сварочные материалы должны проверяться на наличие сертификатов, заводской маркировки и соответствие их проекту.

#### **Требуется:**

- Изучить чертежи, по которым будет изготавливаться деталь, ознакомится с технологическими картами, в которых указаны последовательность операций, диаметр и марка электродов, требуемая разделка кромок, марка стали, вид сварки и т.д.
- Изучить сертификат на основной металл. Качество металла должно соответствовать данным сертификата завода-поставщика. В сертификате указывается марка металла, химический состав, номер партии результаты испытаний, номер стандарта на материал.
- Проверить внешним осмотром данные образцы основного металла с целью обнаружения дефектов (окалины, ржавчины, трещин, расслоений и т.п.).
- Изучить сертификат на электроды марки, указанной в чертеже или технологическом процессе на изготовление данной сварной детали или конструкции.
- Ознакомиться с техническими требованиями к электродам по ГОСТ 9466-75.
- Проверить прочность покрытия: бросить данный электрод на бетонный пол с высоты 1 м. При этом покрытие не должно разрушаться.
- Проверить состояние внешней поверхности электродов (определить отсутствие трещин, пор, вздутий).
- Проверит влажность и влагостойкость покрытия электродов.
- Взвесить контролируемые электроды на электронных весах с погрешностью не более 0,05 г.
- Взвесить аналогичные электроды, предварительно прокаленные согласно сертификату на эту марку.
- Взвесить аналогичные электроды, предварительно погруженные в воду на 24 часа при температуре 15-20 С.

- Рассчитать влажность и водопоглощение покрытия контролируемых электродов по формулам:

$W_1 = (M_2 - M_1) \times 100$ ; где  $M_1$  – масса прокаленных электродов;  $M_2$  - масса исследуемых электродов.

$W_2 = (M_3 - M_1) \times 100$ ; где  $M_1$  – масса прокаленных электродов;  $M_1$   $M_3$  - масса электродов, выдержанных в воде 24 часа.

- Проверить данную проволоку на чистоту поверхности от окислов, смазки и загрязнений. Проверить бирку завода и сертификат, в котором указывается № плавки, марка и химический состав. Форма контроля: письменные ответы на вопросы.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Какова причина появления дефектов в сварочных швах?
2. Что относится к сварочным материалам?
3. Что входит в комплекс операций входного контроля?
4. Как определяют качество электродов по ГОСТ 9466-75?
- 5.

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5**

#### **Тема 1.2 Технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в защитном газе**

*Отработка навыков техники частично механизированной сварки в защитном газе в нижнем положении стыковых швов*

#### **ЦЕЛЬ РАБОТЫ:**

1. Цель работы: Закрепление теоретических знаний по теме.
2. Формирование практических навыков техники сварки в нижнем положении стыковых швов
3. Формирование общей (профессиональной) компетенции: осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

#### **Студент должен знать:**

- устройство сварочного и вспомогательного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, назначение и условия работы контрольноизмерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения;

#### **Студент должен уметь:**

- проверять работоспособность и исправность оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением;  
- настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.

#### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:**

Нижние швы являются наиболее удобными для сварки, так как в этом случае капли электродного металла под действием собственного веса легко переходят в сварочную ванну и жидкий металл не вытекает из нее. Кроме того, наблюдение за сваркой при нижнем положении шва более удобно.

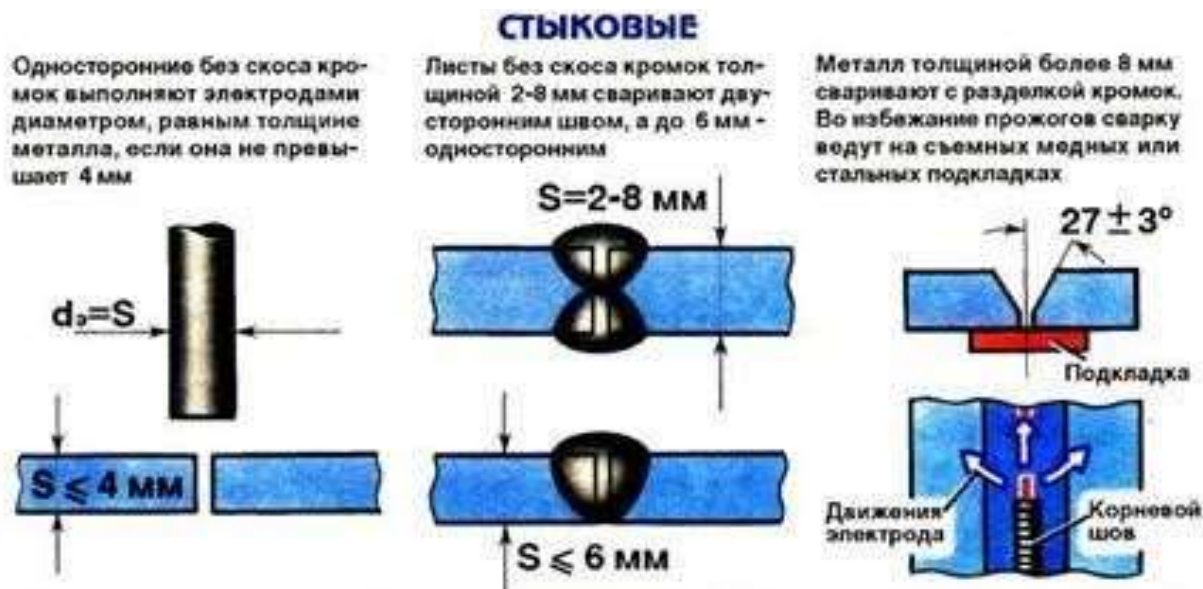


Рис.1 типы разделки кромок стыковых швов.

При выполнении стыковых швов сварку ведут в четырех направлениях: слева направо, справа налево, на себя, от себя.

Наклон сварочной горелки  $15^\circ - 25^\circ$  от вертикали, и электрод в процессе сварки лежит в одной плоскости с металлом.

Техника манипулирования горелкой. Во время сварки сварщик сообщает сварочной горелке движение в трех направлениях.

Первое движение - поступательное по направлению оси электрода, для поддержания необходимой длины дуги  $L_d$ , которая должна быть 1,5-4мм.

Второе движение - вдоль оси валика для образования сварного шва. Скорость движения горелки зависит от величины тока, диаметра сварочной проволоки, типа и пространственного положения, в котором выполняется шов. Правильно выбранная скорость перемещения горелки вдоль оси шва обеспечивает требуемую форму и качество сварного шва. При большой скорости перемещения горелки основной металл не успевает проплавляться, вследствие чего образуется непровар. Недостаточная скорость перемещения горелкой приводит к перегреву и прожогу (сквозное проплавление) металла, а также снижает качество и производительность сварки. Правильно выбранная скорость продольного движения вдоль оси шва позволяет получить его ширину не более 6мм при толщине металла 4-6мм

Сварной шов, образованный в результате первого и второго движения электрода, называют ниточным. Его применяют при сварке металла небольшой толщины, при наплавочных работах и подварке подрезов.

Третье движение - колебание сварочной горелкой поперек шва для образования уширенного валика, который применяют чаще, чем ниточный. Для образования уширенного валика горелке сообщают поперечные колебательные движения чаще всего с постоянной частотой и амплитудой, совмещенные с поступательным движением горелки вдоль оси подготовленного под сварку соединения и оси горелки. На рис. 2 показаны поперечные колебания, описываемые концом горелки. В процессе колебания горелки середину пути проходят быстро, задерживая горелку по краям. Такое изменение скорости колебания горелки обеспечивает лучший провар по краям. Ширина валика не должна быть более 3-4 диаметров сварочной проволоки, что соответствует ГОСТ и технологии сварки. При выполнении более широких валиков в результате охлаждения сварного шва возможно образование дефектов.

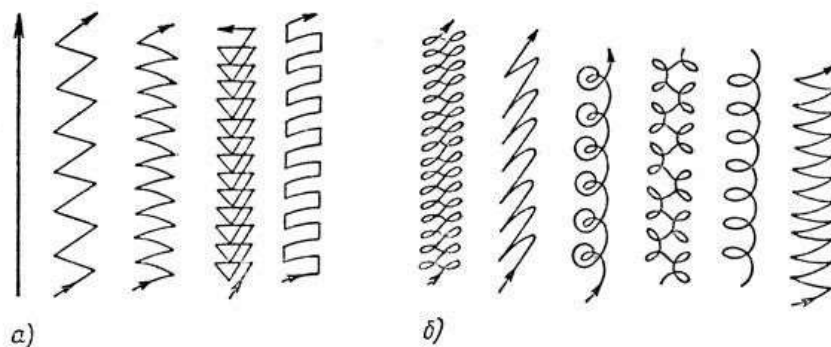


Рис. 2. Техника манипулирования горелкой при выполнении ниточного валика (а) и уширенных валиков (б)

Поперечные движения по ломаной линии часто применяют для получения наплавочных валиков, при сварке листов встык без скоса кромок в нижнем положении и в тех случаях, когда нет возможности прожога свариваемой детали.

Движения полумесяцем, обращенным концами к наплавленному шву, применяют для стыковых швов со скосом кромок и для угловых швов с катетом менее 6 мм, выполняемыми в любом пространственном положении. Движения треугольником выполняют при сварке угловых швов с катетами шва более 6 мм и стыковых со скосом кромок в любом пространственном положении. В этом случае достигается хороший провар корня и удовлетворительное формирование шва.

Петлеобразные движения применяют в случаях, требующих большого прогрева металла по краям шва, главным образом при сварке листов из высоколегированных сталей. Обычно сварку выполняют вертикально расположенной горелкой или при ее наклоне относительно шва, углом вперед или назад (рис. 3). При сварке углом назад обеспечивается более полный провар и меньшая ширина шва.



Рис.3 Положение сварочной горелки при сварке: а - вертикальное, б - углом вперед, в - углом назад (стрелкой показано направление сварки), г - выполнение первого слоя при сварке стыкового соединения, имеющего разделку кромок

Величина поперечного колебания сварочной горелки позволяет существенно изменять глубину провара и ширину шва.

При полуавтоматической сварке в защитных газах на качество сварных соединений существенное влияние оказывает техника сварки. От расстояния, угла наклона и характера движений горелки относительно свариваемых деталей зависят надежность газовой защиты зоны сварки от



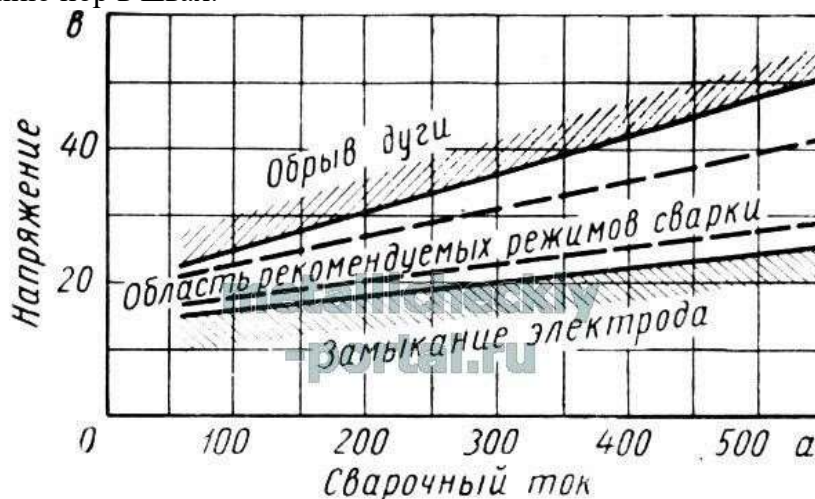
воздуха, скорость охлаждения металла, форма шва, условия удаления газовых пузырей и неметаллических включений из сварочной ванны и т. д.

Рекомендации по основным элементам техники сварки малоуглеродистых и низколегированных сталей в углекислом газе на постоянном токе обратной полярности:

**Вытеснение воздуха из зоны сварки.** Перед началом сварки необходимо включить газ, отрегулировать его расход, выждать 20-30 сек. для полного вытеснения воздуха из шлангов и обдуть место сварки газом (заполнить разделку шва углекислым газом). Несоблюдение этих правил часто приводит к появлению пор в начале шва.

**Зажигание дуги и ее длина.** Зажигание дуги при сварке в углекислом газе на токах свыше 200, а не представляет затруднений. Перед зажиганием дуги необходимо следить, чтобы вылет электрода из горелки не превышал 40-45 мм. Зажигание дуги при большем вылете электрода может привести к плохому формированию начала шва и появлению в нем пор.

Как правило, сварку в углекислом газе следует производить на возможно более короткой дуге. При сварке на токах 200-500 А длина дуги должна находиться в пределах 1,54,0 мм. При увеличении длины дуги ее горение становится беспокойным, увеличиваются разбрызгивание жидкого металла и угар легирующих элементов. При сварке следует стремиться к быстрому перемещению горелки. При движении горелки катодное пятно должно находиться не на поверхности сварочной ванны, а по возможности на основном металле или границе сварочной ванны с основным металлом. Расположение и длительная задержка активного пятна дуги на сварочной ванне увеличивают разбрызгивание и могут привести к образованию пор в швах.



Область устойчивого горения дуги в углекислом газе при сварке от генераторов с падающей вольтамперной характеристикой.

Практически длина дуги оценивается по ее напряжению, величина которого выбирается в зависимости от сварочного тока (следует учитывать, что при использовании источников питания с жесткой характеристикой напряжение дуги остается постоянным, а ее длина изменяется в зависимости от величины тока). При сварке в углекислом газе соотношение между током и напряжением дуги можно выбирать по графику, представленному на рисунке справа.

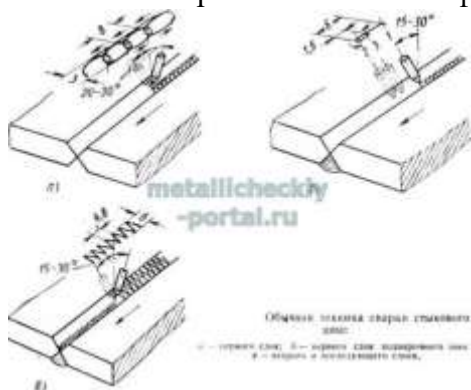
Сварка на повышенном напряжении обеспечивает получение более широких швов с меньшей глубиной проплавления и лучшим внешним видом.

**Расстояние от сопла горелки до металла.** В практике сварки в углекислом газе и инертных газах расстояние от сопла горелки до изделия обычно выдерживается в пределах 15-25 мм. Приближение горелки к изделию увеличивает ее забрызгивание, а чрезмерное удаление приводит к ослаблению газовой защиты зоны сварки и некоторому снижению устойчивости горения дуги. При сварке глубоких и узких разделок можно применять удлиненные наконечники (токосъемники), выступающие из сопла горелки на 5-10 мм. В этом случае расстояние от наконечника до места сварки целесообразно выдерживать в пределах 20-30 мм.

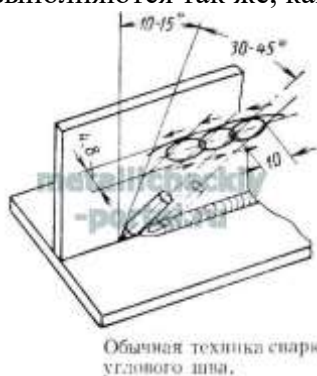
**Наклон и манипулирование горелкой.** Манипулирование горелкой при сварке в защитных газах несколько напоминает технику газовой сварки (правый и левый метод). Как правило, при полуавтоматической сварке каждый сварщик имеет свои специфические приемы манипулирования горелкой. Тем не менее для сварки в защитных газах отработаны определенные приемы манипулирования горелкой (техника сварки) при выполнении стыковых и угловых швов в нижнем положении.

Сварка малоуглеродистых сталей производится двумя способами: «нормальной» или «обычной» техникой и техникой «захлестывания».

При обычной технике сварки стыковых швов угол наклона горелки относительно вертикальной оси (перпендикулярной поверхности изделия) принимается равным  $15-30^\circ$ . Чаще всего сварка производится углом вперед, но в некоторых случаях электрод наклоняется в противоположную сторону (такое положение горелки показано на фигурах пунктиром).



При сварке первого слоя применяется петлеобразное передвижение горелки, а при сварке всех последующих слоев передвижение горелки змейкой (рисунок выше). Для достижения более глубокого провара первый слой подварочного шва выполняют с наклоном горелки назад без поперечных колебаний. Все последующие слои подварочного шва выполняются так же, как и основного.



Обычная техника сварки углового шва.

При использовании некоторых электродных проволок обычная техника сварки в защитных газах не обеспечивает получения плотных швов, выполненных на кипящих и полураскисленных сталях. Количество пор при сварке этими проволоками тех же сталей может быть уменьшено путем применения сварки «захлестыванием». Этот способ сварки характеризуется наклоном горелки назад и ее быстрым возвратно-поступательным перемещением вдоль оси шва. Сварка стыковых и угловых швов методом захлестывания иллюстрируется на рисунке ниже. Предполагается, что уменьшение количества пор при сварке захлестыванием достигается за счет лучшего перемешивания и замедленного охлаждения металла сварочной ванны при колебаниях горелки вдоль шва, способствующих более полному удалению газов. Применение сварки захлестыванием позволяет получать швы с допустимой пористостью при сварке большинства малоуглеродистых сталей.



Техника сварки захлестыванием:  
а — стыкового шва; б — углового шва.

Сварка в углекислом газе спокойной и кипящей малоуглеродистой стали марки Ст. 3 проволокой Св-08ГС может производиться как обычной техникой, так и техникой сварки «захлестыванием». В обоих случаях обеспечивается удовлетворительная плотность швов.

**Прекращение сварки.** При прекращении сварки рекомендуется заполнить металлом кратер и не отводить горелку от зоны сварки до тех пор, пока полностью не застынет металл сварочной ванны.

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомьтесь с теоретическим материалом.
2. Выполните задание по карточке:
  - А) выберите разделку кромок,
  - Б) укажите ширину и высоту валика сварного шва;
  - В) выберите способы манипулирования электродом при выполнении сварного шва, зарисуйте все выбранные вами способы.
3. Рассчитайте скорость сварки.
4. Заполните таблицу.
5. Составьте отчет

**Таблица 1**

Исходные данные			Тип разделки кромок	Эскиз сварного шва	Эскизы техники манипулирования электродом	Скорость сварки, м/ч
Толщина металла, мм	Длина сварного шва, мм	Время сварки, мин				
3	300	2,5				
6	400	6				
10	400	8,5				

**Содержание отчета**

Отчет должен содержать:

1. Тему и цель работы.
2. Описание каждого способа техники сварки.
3. Ответы на контрольные вопросы.

**Контрольные вопросы:**

1. Укажите какой толщины металл можно сваривать без разделки кромок?
2. Укажите с какой толщины металла необходимо производить разделку кромок под сварку при стыковом соединении, выполняемом механизированной сваркой в защитных газах?
3. Поясните, при каком способе сварки глубина провара увеличится, а ширина шва уменьшится?



4. Поясните, от чего зависит ширина валика стыкового шва?
5. Поясните, при каком наклоне электрода будет лучшее проплавление сварного шва?
6. Поясните, какое движение сварочной горелкой предпочтительнее при сварке толстого металла?
7. Поясните, как правильно завершать процесс сварки?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

### Тема 1.2 Технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в защитном газе

*Отработка навыков техники частично механизированной сварки в защитном газе в нижнем положении угловых швов*

#### ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

1. Закрепление теоретических знаний по теме.
2. Формирование практических навыков техники сварки в нижнем положении угловых швов
3. Формирование общей (профессиональной) компетенции: осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

#### Студент должен знать:

- устройство сварочного и вспомогательного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения;

#### Студент должен уметь:

- проверять работоспособность и исправность оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением;
- настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением;
- зажигать и удерживать сварочную дугу.
- выполнять сварку в нижнем положении угловых швов.

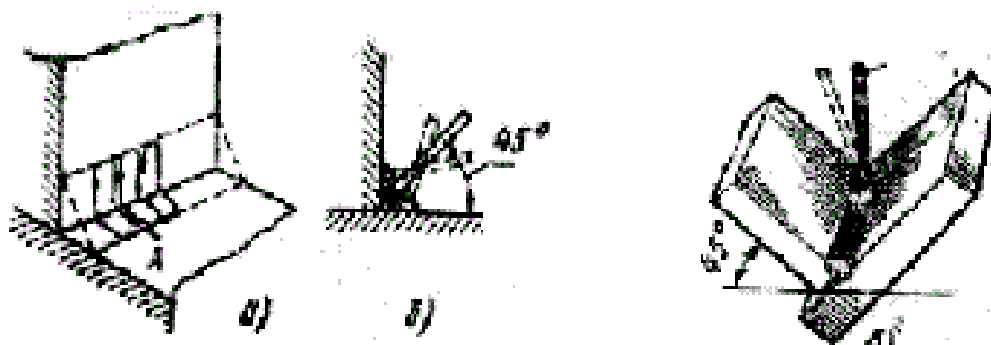
#### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

Угловые швы применяют для получения угловых, тавровых и нахлесточных соединений. Сварку угловых швов может производиться наклонным электродом и в лодочку.

При сварке углового шва, нижняя плоскость которого расположена горизонтально, возможен непровар вершины угла или одной, из кромок. Непровар может образоваться на нижнем листе, если начинать сварку с вертикального листа, так как в этом случае расплавленный металл стечет на недостаточно нагретую поверхность нижнего листа. На вертикальной же полке возможно образование подрезов.

Поэтому сварку таких швов начинают, зажигая дугу на нижней плоскости в точке А, отступив от границы катета 3-4 мм. Затем дугу перемещают к вершине шва, задерживают для лучшего провара корня шва, поднимают вверх, проваривая вертикальную полку (Рис.1).

Горелку держат под углом  $45^\circ$  к поверхности свариваемых деталей, слегка наклоняя ее в процессе сварки то к одной, то к другой плоскости.



При сварке угловым швом в «лодочку» (Рис.2) наплавленный металл располагается в желобе, образуемом двумя полками. Это обеспечивает правильное формирование шва и хороший провар кромок металла

Сварка угловых, тавровых и нахлесточных соединений бывает однослойной, многослойной (однослойную применяют для швов с катетом до 10 мм) и многослойной многопроходной. Угловые, тавровые и нахлесточные соединения можно сваривать и без колебаний горелкой ниточным и уширенным валиком. Колебания горелкой производят, когда необходимо наложить шов с большим катетом. При выполнении сварных соединений возможно образование непровара в одной из сторон, а также непровар угла и подрез верхней и нижней кромок. Лучше всего сварку угловых, тавровых и нахлесточных соединений вести в положении "в лодочку" (рис. 3, а). При сварке наклонным электродом (рис. 3,б) или с оплавлением верхней кромки (рис. 3, в) процесс сварки целесообразнее вести горелкой, расположенной углом назад

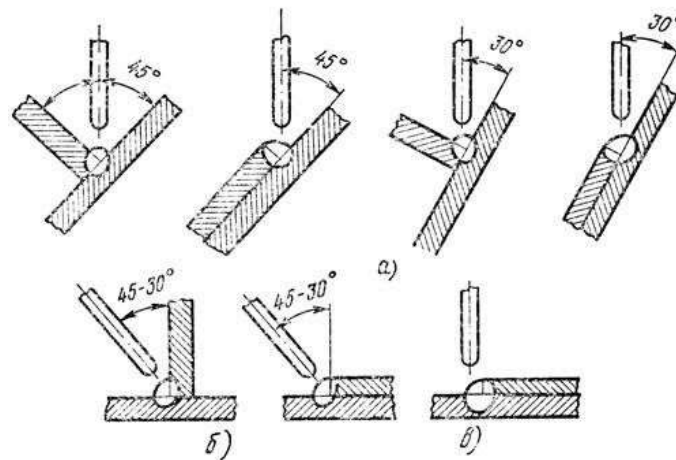


Рисунок 3 Способы выполнения угловых, тавровых и нахлесточных швов: а - сварка в симметричную и несимметричную 'лодочку', б - наклонным электродом, в - сварка с оплавлением кромки

При окончании выполнения сварного шва, необходимо правильно заварить кратер. Кратер содержит наибольшее количество вредных примесей и является зоной повышенного риска для образования трещин. Учитывая это, не рекомендуется сразу обрывать дугу, быстро отведя горелку в сторону. Лучше всего прекратить движения горелкой и медленно удлинять дугу, до её обрыва. При такой технике сварки, электродный металл заполняет кратер.

### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с теоретическим материалом.
2. Опишите технику сварки угловых швов.
3. Выполните задание по карточке:
4. А) выберите разделку кромок,  
Б) укажите ширину и высоту углового шва;  
В) зарисуйте способы выполнения угловых, тавровых и нахлесточных швов.
5. Заполните таблицу.
6. Составьте отчет

**Таблица1**

Исходные данные	Тип разделки	Эскизы техники выполнения в	Эскизы техники выполнения в	Эскиз техники	Эскиз техники выполнения

Толщина металла, мм	Тип соединения	кромки и эскиз сварного шва	симметричную лодочку	несимметричную лодочку	выполнения наклонным электродом	с оплавлением кромки
3	T1					
6	У4					
10	У6					
8	H2					

1. Тему и цель работы.
2. Описание техники сварки углового шва.
3. Заполненную таблицу.
4. Ответы на контрольные вопросы.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Укажите способы сварки угловых швов в нижнем положении?
2. Поясните, в каком случае возможен непровар одной из кромок углового шва?
3. Укажите, от какой величины катета выполняют многослойный шов?
4. Укажите в каком случае можно применить ниточный шов без колебания электродом?
5. Поясните, почему сварку углового шва в нижнем положении начинают на нижней плоскости?
6. Поясните, почему сварку угловых швов лучше выполнять в положении «лодочка»?
7. Укажите, в каких случаях сварку угловых, тавровых и нахлесточных соединения можно сваривать с колебаниями электрода?
8. Поясните, при каком наклоне электрода лучше вести сварку «углом назад»?
9. Поясните, как правильно завершить процесс сварки?

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7**

#### **Тема 1.2 Технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в защитном газе**

*Отработка навыков техники частично механизированной сварки в защитном газе в вертикальном положении стыковых швов*

#### **ЦЕЛЬ РАБОТЫ:**

1. Закрепление теоретических знаний по теме.
2. Формирование практических навыков техники сварки в вертикальном положении стыковых швов
3. Формирование общей (профессиональной) компетенции: осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

#### **Студент должен знать:**

- устройство сварочного и вспомогательного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения;

#### **Студент должен уметь:**

- проверять работоспособность и исправность оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением;  
 - настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки

(наплавки) плавлением;

- выполнять сварку в нижнем положении стыковых и угловых швов;
- выполнять сварку в вертикальном положении стыковых швов

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

При сварке вертикальных швов расплавленный металл под действием силы тяжести стремится стекать вниз, что затрудняет формирование шва.

Поэтому вертикальные швы выполняют очень короткой дугой, при которой расстояние между каплями на электроде и жидким металлом в сварочной ванне настолько мало, что между ними возникает взаимное притяжение. Благодаря этому капли электродного металла сливаются со сварочной ванной при малейшем касании их между собой.

Объем расплавленного металла уменьшают снижением сварочного тока на 10-15% по сравнению с нижним положением, а диаметр сварочной проволоки ограничивают до 2 мм.

Вертикальные швы выполняют как снизу-вверх, так и сверху вниз.

В первом случае (Рис. 1а) дуга возбуждается в самой нижней точке вертикально расположенных пластин, для этого горелку устанавливают перпендикулярно поверхности свариваемого изделия (положение 1); затем горелку немного наклоняют вниз для того, чтобы слой давления газов дуги предшествовал стеканию металла сварочной ванны (положение 2). При этом застывший металл шва образует подобие полочки, на которой удерживаются последующие капли металла.

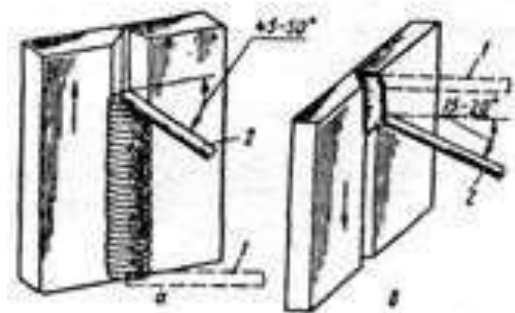


Рис.1 Выполнение сварных вертикальных швов

Сварку сверху вниз применяют при малой толщине металла. В этом случае подтекающий под дугу жидкий металл уменьшает возможность образования сквозных прожогов.

В начале сварки (рис. 1б) дуга возбуждается в самой верхней точке пластин при горизонтальном расположении горелки. После образования ванны жидкого металла электрод наклоняют на  $15^{\circ}$ - $20^{\circ}$  с таким расчетом, чтобы дуга была направлена на основной и наплавленный металл. Для улучшения условий формирования шва амплитуда колебательных движений горелкой должна быть небольшой, а дуга – очень короткой, чтобы капли расплавленного металла удерживались от падения концом сварочной проволоки.

### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с теоретическим материалом.
2. Опишите технику сварки вертикальных швов.
3. Выполните задание по карточке:
  - А) сделайте эскиз разделки кромок,
  - Б) укажите высоту и ширину сварного шва;
  - В) выберите диаметр электрода, силу тока;
  - Г) сделайте эскизы выполнения вертикальных швов.
4. Заполните таблицу.

5. Составьте отчет.

**Таблица 1**

Исходные данные		Тип разделки кромок	Эскиз сварного шва	Количество проходов	Диаметр св. проволоки, мм		Сила тока, А	Эскизы выполнения вертикальных швов
Толщина металла, мм	Тип соединения				I прохода	Последующих проходов		
3	C2							
6	C8							
12	C17							

**Содержание отчета**

Отчет должен содержать:

1. Тему и цель работы.
2. Описание техники сварки вертикальных швов.
3. Заполненную таблицу.
4. Ответы на контрольные вопросы.

**Контрольные вопросы:**

1. Укажите какой толщины металл можно сваривать без разделки кромок?
2. Поясните, изменится ли сила тока при сварке вертикальных швов в сравнении со сваркой в нижнем положении, если изменится, то как и почему?
3. Укажите угол наклона сварочной горелки при сварке вертикальных швов снизу-вверх и сверху вниз.
4. Укажите длину дуги при сварке вертикальных швов и поясните, почему необходимо применять такую дугу?
5. Поясните, изменится ли сила тока при сварке вертикальных швов в сравнении со сваркой в нижнем положении, если изменится, то как и почему?
6. Поясните, в каком случае лучше применить сварку сверху вниз?
7. Укажите приемы, используемые при сварке вертикальных швов, чтобы капли расплавленного металла удерживались от падения?

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8**

**Тема 1.2 Технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в защитном газе**

*Отработка навыков техники частично механизированной сварки в защитном газе в вертикальном положении угловых швов*

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:**

1. Закрепление теоретических знаний по теме.
2. Формирование практических навыков техники сварки в вертикальном положении угловых швов
3. Формирование общей (профессиональной) компетенции: осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

**Студент должен знать:**

- устройство сварочного и вспомогательного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения;

**Студент должен уметь:**

- проверять работоспособность и исправность оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением;

- настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением;

- выполнять сварку в нижнем положении стыковых и угловых швов; - выполнять сварку в вертикальном положении стыковых и угловых швов.

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

При сварке вертикальных швов расплавленный металл под действием силы тяжести стремится стекать вниз, что затрудняет формирование шва.

Поэтому вертикальные швы выполняют очень короткой дугой, при которой расстояние между каплями на электроде и жидким металлом в сварочной ванне настолько мало, что между ними возникает взаимное притяжение. Благодаря этому капли электродного металла сливаются со сварочной ванной при малейшем касании их между собой.

Объем расплавленного металла уменьшают снижением сварочного тока на 10-15% по сравнению с нижним положением, а диаметр проволоки ограничивают до 1,6 мм.

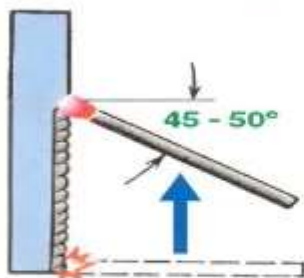
Вертикальные швы выполняют как снизу-вверх, так и сверху вниз.

Сварку сверху вниз применяют при малой толщине металла. В этом случае подтекающий под дугу жидкий металл уменьшает возможность образования сквозных прожогов.

Для улучшения условий формирования шва амплитуда колебательных движений горелкой должна быть небольшой, а дуга – очень короткой, чтобы капли расплавленного металла удерживались от падения концом сварочной проволоки. Техника выполнения вертикальных швов указана на рисунке 1.

### ВЫПОЛНЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШВОВ

#### СНИЗУ ВВЕРХ (НА ПОДЪЕМ)



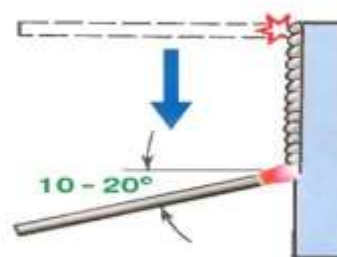
Наиболее удобный, распространенный и производительный способ. Используются электроды диаметром до 4 мм. Поперечные колебания электрода: углом, полумесяцем, "елочкой"

Вертикальные швы выполняют с током на 10% меньшим, чем при сварке в нижнем положении. Чтобы металл не вытекал из ванны, нужно поддерживать короткую дугу. Используются электроды, дающие быстротвердеющий тонкий слой шлака («короткие» шлаки)

**СПОСОБ СНИЗУ ВВЕРХ.** Дугу возбуждают в нижней точке шва. Сваркой подготавливают горизонтальную площадку сечением, равным сечению шва. При этом электрод совершает поперечные колебания. Наибольший провар достигается при положении электрода, перпендикулярном вертикальной оси. Стеkanie расплавленного металла предотвращают наклоном электрода вниз

**СПОСОБ СВЕРХУ ВНИЗ.** Дугу возбуждают в верхней точке шва. После образования капли жидкого металла электрод наклоняют так, чтобы дуга была направлена на жидкий металл

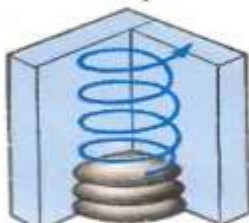
#### СВЕРХУ ВНИЗ (НА СПУСК)



Рекомендуется в основном для сварки тонких (до 5 мм) листов с разделкой кромок. Используются электроды с целлюлозным покрытием (ОЗС-9, АНО-9, ВСЦ-2, ВСЦ-3)

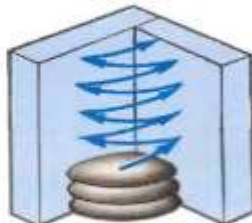
### ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОДА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОХОДОВ

#### по спирали

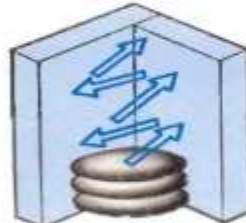


Вначале наплавляют полочку на свариваемые кромки, а затем небольшими порциями наплавляют металл, манипулируя электродом все выше, оставляя внизу готовый сварной шов

#### полумесяцем

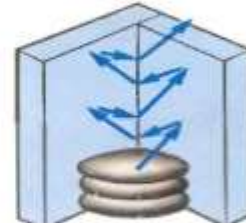


#### углом



Электрод попеременно поднимают вверх-вниз, непрерывно наплавляя металл на кромки и равномерно перенося его вверх электродом

#### "елочкой"



Вначале электрод поднимают вверх вправо, а затем опускают вниз. Капля жидкого металла застывает между кромками. Затем электрод поднимают влево и снова опускают вниз, оставляя новую порцию металла

## Рис.1 Техника выполнения вертикальных швов

### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с теоретическим материалом.
2. Опишите технику сварки вертикальных швов.
3. Выполните задание по карточке:
  - А) сделайте эскиз разделки кромок,
  - Б) укажите высоту и ширину углового шва;
  - В) выберите диаметр проволоки, силу тока;
  - Г) сделайте эскизы выполнения вертикальных швов.
4. Заполните таблицу.
5. Составьте отчет.

**Таблица 1**

Исходные данные		Тип разделки кромок	Эскиз сварного шва	Количество проходов	Диаметр св. проволоки, мм		Сила тока, А	Эскизы выполнения вертикальных швов	
Толщина металла, мм	Тип соединения				I прохода	Последующих проходов		Снизу-вверх	Сверху-вниз
3	У4								
6	Т1								
12	Т6								

### Содержание отчета Отчет должен содержать:

1. Тему и цель работы.
2. Описание техники сварки вертикальных швов.
3. Заполненную таблицу.
4. Ответы на контрольные вопросы.

### Контрольные вопросы:

1. Перечислите наиболее предпочтительные марки электродов для сварки вертикальных швов
2. Поясните, как рассчитать силу тока для сварки вертикальных швов.
3. Укажите, чему равна длина дуги при сварке вертикальных швов?
4. Нарисуйте движения горелкой при сварке угловых вертикальных швов.
5. Поясните, как рассчитать силу тока для сварки вертикальных швов.
6. Поясните, почему сварку вертикальных швов необходимо выполнять короткой дугой?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9

### Тема 1.2 Технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в защитном газе

*Отработка навыков техники частично механизированной сварки в защитном газе в горизонтальном положении стыковых швов*

### ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

1. Закрепление теоретических знаний по теме.
2. Формирование практических навыков техники сварки в горизонтальном положении стыковых швов



3.Формирование общей (профессиональной) компетенции: осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

**Студент должен знать:**

- устройство сварочного и вспомогательного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения;

**Студент должен уметь:**

- проверять работоспособность и исправность оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением;

- настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением;

-выполнять сварку в нижнем положении стыковых и угловых швов;

- выполнять сварку в вертикальном положении стыковых и угловых швов.

- выполнять сварку в горизонтальном положении стыковых швов.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:**

При сварке горизонтальных швов расплавленный металл под действием силы тяжести стремится стекать вниз, что затрудняет формирование шва.

Поэтому горизонтальные швы выполняют очень короткой дугой, при которой расстояние между каплями на электроде и жидким металлом в сварочной ванне настолько мало, что между ними возникает взаимное притяжение. Благодаря этому капли электродного металла сливаются со сварочной ванной при малейшем касании их между собой.

Объем расплавленного металла уменьшают снижением сварочного тока на 10-15% по сравнению с нижним положением, а диаметр сварочной проволоки ограничивают до 1,6 мм.

Для улучшения условий формирования шва амплитуда колебательных движений электрода должна быть небольшой, а дуга – очень короткой, чтобы капли расплавленного металла удерживались от падения концом сварочной проволоки.

Многослойный шов выполняют следующим образом:

I. Первый валик (корневой) делается короткой дугой, сварочную горелку передвигается без колебательных поперечных движений. Угол наклона к поверхности должен быть 80 градусов ( $\pm 5^\circ$ ). Отметим, в таком случае шлак будет стекать частично на нижнюю кромку, а частично в зазор. При этом можно делать также сварку «углом вперед» тогда, когда нужно уменьшить проплавление, или, наоборот, «углом назад» – если нужно увеличить проплавление корневого валика. Для создания первого валика обычно используют среднюю или максимально допустимую силу тока.

II. Для создания второго валика обычно применяют среднюю силу тока. Слой делается в один проход. Процесс сварки осуществляется по технологии «углом назад».

III. При выполнении третьего валика горелку передвигают поперечными колебательными движениями. Все эти способы показаны на рисунках. IV. Все остальные слои сварного шва выполняются по аналогии с третьим валиком. Техника выполнения горизонтальных швов указана на рисунке 1.





Рис.1 Техника выполнения горизонтальных швов

### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с теоретическим материалом.
2. Опишите технику сварки горизонтальных швов.
3. Выполните задание по карточке:
  - А) сделайте эскиз разделки кромок,
  - Б) укажите высоту и ширину стыкового шва;
  - В) выберите диаметр сварочной проволоки, силу тока;
  - Г) сделайте эскизы выполнения горизонтальных швов.
4. Заполните таблицу.
  5. Составьте отчет.

Таблица 1

Исходные данные		Тип разделки кромок	Эскиз сварного шва	Количество проходов	Диаметр сварочной проволоки, мм		Сила тока, А	Эскизы выполнения горизонтальных швов
Толщина металла, мм	Тип соединения				I прохода	Последующих проходов		
3	C2							
6	C8							
12	C17							

### Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1. Тему и цель работы.
2. Описание техники сварки горизонтальных швов.
3. Заполненную таблицу.
4. Ответы на контрольные вопросы.

### Контрольные вопросы:

1. Укажите особенности сварки горизонтальных швов.
2. Поясните, как рассчитать силу тока для сварки горизонтальных швов.
3. Укажите чему равна длина дуги при сварке горизонтальных швов?
4. Укажите движения горелкой при возбуждении дуги в горизонтальном положении шва.

5. Укажите, чему равен диаметр сварочной проволоки и количество проходов при сварке горизонтального стыкового шва при толщине металла 10мм?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10**

### **Тема 1.2 Технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в защитном газе**

*Отработка навыков техники частично механизированной сварки в защитном газе в горизонтальном положении угловых швов*

#### **ЦЕЛЬ РАБОТЫ:**

1. Закрепление теоретических знаний по теме.
2. Формирование практических навыков техники сварки в горизонтальном положении угловых швов
3. Формирование общей (профессиональной) компетенции: осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

#### **Студент должен знать:**

- устройство сварочного и вспомогательного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения;

#### **Студент должен уметь:**

- проверять работоспособность и исправность оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением;
- настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением;
- выполнять сварку в нижнем положении стыковых и угловых швов; - выполнять сварку в вертикальном положении стыковых и угловых швов.
- выполнять сварку в горизонтальном положении стыковых и угловых швов.

#### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:**

При сварке горизонтальных швов расплавленный металл под действием силы тяжести стремится стекать вниз, что затрудняет формирование шва.

Поэтому горизонтальные швы выполняют очень короткой дугой, при которой расстояние между каплями на электроде и жидким металлом в сварочной ванне настолько мало, что между ними возникает взаимное притяжение. Благодаря этому капли электродного металла сливаются со сварочной ванной при малейшем касании их между собой.

Объем расплавленного металла уменьшают снижением сварочного тока на 10-15% по сравнению с нижним положением, а диаметр сварочной проволоки ограничивают до 1,6 мм.

Для улучшения условий формирования шва амплитуда колебательных движений сварочной горелки должна быть небольшой, а дуга – очень короткой, чтобы капли расплавленного металла удерживались от падения концом сварочной проволоки.

Многослойный шов выполняют следующим образом:

1. Первый валик (корневой) делается короткой дугой, горелку передвигается без колебательных поперечных движений. Угол наклона к поверхности должен быть 80 градусов ( $\pm 5^\circ$ ). Отметим, в таком случае шлак будет стекать частично на нижнюю кромку, а частично в зазор. При этом можно делать также сварку «углом вперед» тогда, когда нужно уменьшить проплавление, или, наоборот, «углом назад» – если нужно увеличить проплавление корневого валика. Для создания первого валика обычно используют среднюю или максимально допустимую силу тока.
2. Для создания второго валика обычно применяют среднюю силу тока. Слой делается в один проход. Процесс сварки осуществляется по технологии «углом назад».
3. При выполнении третьего валика электрод передвигают поперечными колебательными движениями. Все эти способы показаны на рисунках.

4. Все остальные слои сварного шва выполняются по аналогии с третьим валиком. Сварку ведут вертикально расположенной горелкой, а также углом вперед или углом назад  
Техника выполнения горизонтальных угловых швов указана на рисунке 1

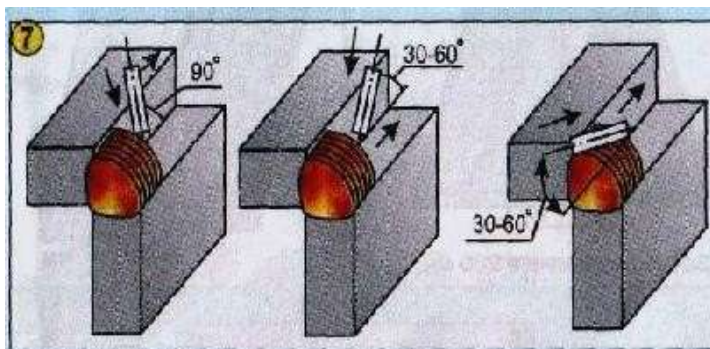


Рисунок 1 Техника выполнения угловых швов в горизонтальном положении.

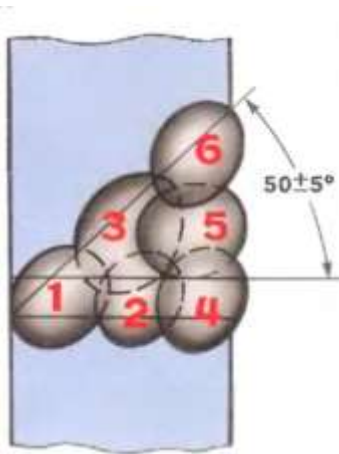


Рисунок 2 Очередность выполнения проходов

### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с теоретическим материалом.
2. Опишите технику сварки горизонтальных швов.
3. Выполните задание по карточке: А) сделайте эскиз разделки кромок, Б) укажите высоту и ширину углового шва; В) выберите диаметр сварочной проволоки, силу тока; Г) сделайте эскизы выполнения горизонтальных швов.
4. Заполните таблицу.
5. Составьте отчет.

Таблица 1

Исходные данные		Тип разделки кромок	Эскиз сварного шва	Количество проходов	Диаметр сварочной проволоки, мм		Сила тока, А	Эскизы выполнения горизонтальных швов
Толщина металла, мм	Тип соединения				I прохода	Последующих проходов		
3	У4							
6	У6							
12	У9							

### Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1. Тему и цель работы.

2. Описание техники сварки горизонтальных швов.
3. Заполненную таблицу.
4. Ответы на контрольные вопросы.

### Контрольные вопросы:

1. Укажите особенности сварки горизонтальных швов.
2. Поясните, как рассчитать силу тока для сварки горизонтальных швов.
3. Укажите, чему равна длина дуги при сварке горизонтальных швов?
4. Нарисуйте движения электрода при возбуждении дуги в горизонтальном положении шва.
5. Укажите угол наклона горелки при сварке горизонтальных швов? б. Какой способ сварки применяют при выполнении многослойного шва?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11

### Тема 1.2 Технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в защитном газе

*Отработка навыков техники, частично механизированной в защитном газе трубных стыков (кольцевых швов)*

#### ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

1. Закрепление теоретических знаний по теме.
2. Формирование практических навыков техники частично механизированной сварки в защитном газе трубных стыков (кольцевых швов)
3. Формирование общей (профессиональной) компетенции: осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

#### Студент должен знать:

- устройство сварочного и вспомогательного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения;

#### Студент должен уметь:

- проверять работоспособность и исправность оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением;

- настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением;

- выполнять частично механизированную сварку в защитном газе трубных стыков (кольцевых швов).

#### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

Сварка трубных конструкций дуговой сваркой в защитных газах.

При сооружении трубопроводов сварные стыки труб могут быть поворотными, неповоротными и горизонтальными (рис.1).

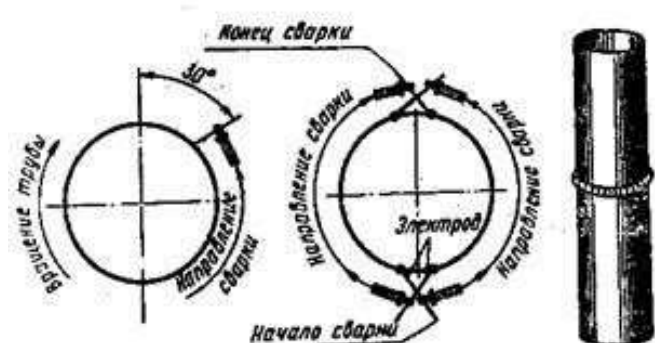


Рис.1 Сварные стыки труб: поворотный, неповоротный, горизонтальный

Перед сборкой и сваркой трубы проверяют на соответствие требованиям проекта, по которому сооружается трубопровод, и техническим условиям. Основными требованиями проекта, а также технических условий являются: наличие сертификата на трубы; отсутствие эллипсности труб; отсутствие разностенности труб; соответствие химического состава и механических свойств металла трубы требованиям, указанным в технических условиях или ГОСТах.

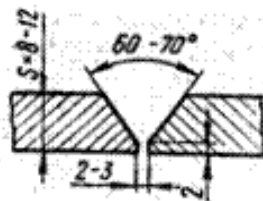


Рис.2 Подготовка кромок труб под сварку при толщине стенок 8—12 мм

При подготовке стыков труб под сварку проверяют перпендикулярность плоскости реза трубы к ее оси, угол раскрытия шва и величину притупления. Угол раскрытия шва должен составлять 60—70°, а величина притупления 2 -2,5 мм (рис.2). Фаски снимают с торцов труб механическим способом, газовой резкой или другими способами, обеспечивающими требуемую форму, размеры и качество обрабатываемых кромок.

Разностенность толщин стенок свариваемых труб и смещение их кромок не должны превышать 10% толщины стенки, но быть не более 3 мм. При стыковке труб должен обеспечиваться равномерный зазор между соединяемыми кромками стыкуемых элементов, равный 2—3 мм.

Перед сборкой кромки стыкуемых труб, а также прилегающие к ним внутренние и наружные поверхности на длине 15—20 мм очищают от масла, окалины, ржавчины и грязи.

Прихватки, являющиеся составной частью сварного шва, выполняют те же сварщики, которые будут сваривать стыки, с применением тех же сварочных материалов.

При сварке труб диаметром до 300 мм прихватка выполняется равномерно по окружности в 4 местах швом высотой 3—4 мм и длиной 50 мм каждая. При сварке труб диаметром более 300 мм прихватки располагают равномерно по всей окружности стыка через каждые 250 — 300 мм.

При монтаже трубопроводов необходимо стремиться к тому, чтобы по возможности больше стыков сваривалось в поворотном положении.

Таблица 5– Количество слоев шва при дуговой сварке труб определяется толщиной стенок труб

Толщина стенки, мм	2 - 3	4 - 5	6 - 9	10 – 12	13 - 15
Количество проходов	1	1	1-2	4	5

При толщине труб свыше 8мм сварку ведут в три слоя (корневой, основных, декоративный). В случае, когда толщина стенок трубы до 8 мм сварку выполняют в два слоя сплошным швом.

По внешнему виду сварной шов должен иметь слегка выпуклую поверхность с плавным переходом к поверхности основного металла. Высота усиления шва должна быть одинаковой по всему периметру в пределах от 1 до 3 мм, ширина не должна превышать 2,5 толщины стенки труб.

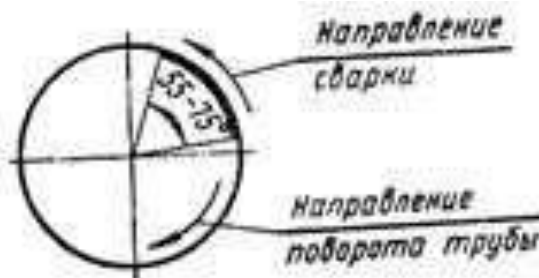


Рис.3 Схема сварки стыка труб малого диаметра

Сварку труб малого диаметра и малой толщины стенки производят поворотным способом в два слоя. В процессе сварки поворачивают трубу (рис.3) в сторону противоположную направлению сварки. Второй слой выполняют аналогично первому, но в противоположном направлении.

#### Сварка толстостенных труб

Трубы, толщина стенки которых составляет 8-12 мм, сваривают в три слоя плюс декоративный шов.

Первый слой создает местный провар в корне шва и надежное сплавление кромок. Для этого необходимо, чтобы наплавленный металл образовал внутри трубы узкий ниточный валик высотой 1—1,5 мм, равномерно распределяющийся по всей окружности. Для получения провара осуществляют движение горелкой возвратно-поступательным с непродолжительной задержкой горелки на сварочной ванне, незначительным поперечным колебанием между кромками и образованием небольшого отверстия в вершине угла, скоса кромок. Отверстие получается в результате проплавления основного металла дугой. Размер его не должен превышать 2 мм больше установленного зазора между трубами

Второй и третий слой выполняют при повышенном токе одним из следующих способов: поворотом трубы на 180° и поворотом трубы на 90°.

#### Поворот трубы на 180° (Рис.4)

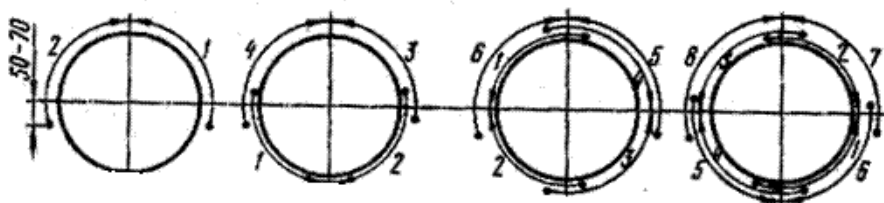


Рис.4 Схема сварки стыка трубы: а – второго слоя, б- третьего слоя

#### 1.Стык делят на четыре участка.

Вначале сваривают участки 1—2, после чего трубу поворачивают на 180° и заваривают участки 3 и 4 (рис.37а).

2. Затем трубу поворачивают еще на 90° и сваривают участки 5 и 6, затем поворачивают трубу на 180° и сваривают участки 7 и 8 (Рис.37 б).

В процессе сварки необходимо следить, чтобы начало и конец шва не совпадали, перекрытие смежного слоя составляет 20 – 25 мм.

#### Поворот трубы на 90°

Стык так же делят на 4 участка. В начале сваривают участки 1,2. Затем поворачивают трубу на 90° и сваривают участки 3, 4. (Рис.4) После сварки 1 слоя трубу поворачивают на 90° и сваривают участки 7-8 (Рис.4).

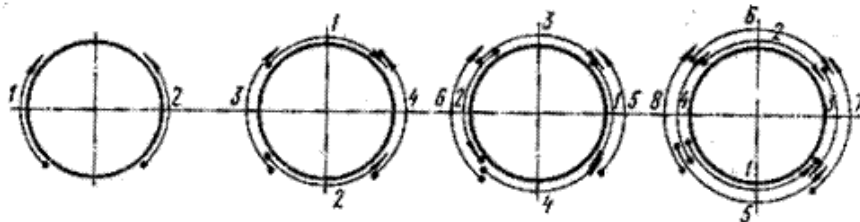


Рисунок 5 Схема сварки стыка трубы: а – второго слоя, б – третьего слоя

Четвертый декоративный слой во всех рассмотренных выше способах накладывают в одном направлении при вращении трубы, как и производилась сварка.

Трубы диаметром более 500 мм сваривают обратноступенчатым способом. Длина каждого участка зависит от диаметра трубы и составляет 150-300мм рисунок 5.



Рисунок 5 Схема сварки стыка труб большого диаметра:

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомьтесь с теоретическим материалом.
2. Опишите технику техники частично механизированной сварки в защитном газе трубных стыков (кольцевых швов) швов.
3. Выполните задание по таблице:

**Таблица 1**

Исходные данные		Тип разделки кромок	Количество проходов	Диаметр св. проволоки, мм	Сила тока, А		Эскизы последовательности выполнения сварных швов
Толщина металла, мм	Диаметр трубы, мм				Корневого шва	Заполняющих швов	
8	630						
12	820						
16	1220						

Составьте отчет.

**Содержание отчета** Отчет должен содержать:

1. Тему и цель работы.
2. Описание каждого способа техники сварки кольцевого стыка трубы.
3. Ответы на контрольные вопросы.

**Контрольные вопросы:**

1. Укажите требования, предъявляемые к подготовке стыков труб перед сваркой?
2. Укажите требования, предъявляемые к выполнению прихваток при сборке труб?
3. Укажите, требования, предъявляемые к сборке труб при толщине стенок 8 – 12мм?
4. Укажите количество проходов при сварке труб толщиной 13-15мм?
5. Укажите схему сварки труб малого диаметра?
6. Зарисуйте схему сварки труб большого диаметра.
7. Поясните особенности сварки толстостенных труб?

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №12**

**Тема 1.3 Технология частично механизированной наплавки в защитном газе углеродистых и легированных сталей, цветных металлов и их сплавов**

*Изучение особенностей дуговой наплавки частично механизированным способом в защитном газе*

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** Закрепление теоретических знаний по теме.

1. Формирование практических навыков при определении режимов выполнения ручной дуговой наплавки.

2. Формирование общей (профессиональной) компетенции: осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

**Студент должен знать:**

- основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродом, и обозначение их на чертежах;
- основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) плавящимся покрытым электродом;
- сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом;
- технику и технологию ручной дуговой сварки (наплавки) плавящимся покрытым электродом различных деталей и конструкций в пространственных положениях сварного шва;
- причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при ручной дуговой сварке (наплавке) плавящимся покрытым электродом.

**Студент должен уметь:**

- проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом;
- настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом;
- выполнять сварку различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва;

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:**

Режимы наплавки во многом определяют качество деталей, восстановленных сваркой или наплавкой. К основным параметрам наплавки в CO<sub>2</sub> относятся: сила сварочного тока, напряжение питания дуги, диаметр, вылет и скорость подачи электродной проволоки, скорость сварки, расход углекислого газа.

Сварочный ток и диаметр электродной проволоки находятся в зависимости от толщины наплавки, числа слоев шва, химического состава наплавляемой детали. В зависимости от сварочного тока, напряжения питания дуги, диаметра и состава проволоки выбирают скорость подачи электродной проволоки с таким расчетом, чтобы обеспечить устойчивое горение дуги. Следует использовать источники питания с жесткой или возрастающей внешней характеристикой: ПСГ-500-1, ПСУ-500, ВС-300, ВДГ-301, ВДГ-502, ВСЖ-303 и др.

Вылет электрода должен быть в пределах 8 — 15 мм и зависит от удельного электрического сопротивления электродной проволоки, ее диаметра, силы тока. Расход углекислого газа, достаточный для защиты зоны сварки от азота воздуха, составляет 7— 10 л/мин. С возрастанием плотности сварочного тока расход газа должен увеличиваться.

Толщина наплавленного слоя:

$$D_n = D_{из.} + D_{мо} + D_{пмо},$$

где

$D_{из.}$  - величина износа, мм.

$D_m$  - величина припуска на предварительную механическую обработку, мм, принимают равной 2мм

$D_{пмо}$  - величина припуска на последующую механическую обработку, мм, принимают равной 1,5мм

Сварочный ток. Род тока и полярность выбирают в зависимости от марки наплавляемого материала и марки проволоки. Величину сварочного тока назначают от диаметра проволоки и толщины наплавляемого слоя. Если ток наплавки мал, то образуется узкий валик с неровными



краями и непроварами, дуга горит неустойчиво и гаснет, если же ток превышает оптимальное значение, то с увеличением тока ухудшается формирование валика.

С увеличением сварочного тока увеличивается толщина наплавленного валика, а также растет глубина проплавления и производительность наплавки. Сила сварочного тока выбирается по таблицам 1, 2

Таблица 1– Типовые режимы наплавки в CO<sub>2</sub> углеродистой стали

Толщина металла, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость подачи проволоки, м/ч	Скорость сварки, м/ч
1,0 – 1,5	0,8	70 – 110	17 – 19	110 – 120	30 – 40
1,0 – 2,0	1,0	90 – 150	18 – 22	110 – 150	30 – 40
1,5 – 2,5	0,8	100 – 150	18 – 21	120 – 150	25 – 35
2,0 – 3,0	1,0	125 – 180	19 – 22	130 – 160	30 – 40
3,0 – 4,0	1,0	150 – 270	18 – 22	150 – 300	25 – 30

Таблица 2 – Режимы наплавки цилиндрических поверхностей в зависимости от диаметра детали и толщины наплавленного слоя металла

Диаметр детали, мм	Толщина наплавленного слоя, мм	Диаметр электрода, мм	Сила тока, А	Напряжение, В	Скорость наплавления, м/ч	Смещение электродной проволоки, мм	Шаг наплавления, мм/об	Потери углеродистого газа, л/мин
10–20	0,5–0,8	0,8	70–90	16–18	40–45	2–4	2,5–3	6–8
20–30	0,8–1	1	85–110	18–20	40–45	3–5	2,8–3,2	6–8
30–40	1–1,2	1,2	110–150	19–23	35–40	5–8	3–3,5	6–8
40–50	1,2–1,4	1,4	110–180	20–24	30–35	6–10	3,5–4	8–10
50–60	1,4–1,6	1,6	140–200	24–28	30–20	7–12	4–6	8–10
60–70	1,6–2	2	280–400	27–30	20–15	8–14	4,5–6,5	10–12
70–80	2–2,5	2,5	280–450	28–30	10–20	9–15	5–7	12–15
80–90	2,5–3	3	300–480	28–32	10–20	9–15	5–7,5	14–18

При наплавке в вертикальном или потолочном положении значение сварочного тока должно быть уменьшено на 10–15%.

Большие значения напряжения дуги соответствуют большей величине тока. С увеличением длины дуги увеличивается напряжение дуги, увеличивается ширина наплавочного валика, но ухудшается защита сварочной ванны от воздействия кислорода воздуха.

Расчет массы наплавленного металла, г, при дуговой наплавке в CO<sub>2</sub> производится по формуле

$$G_H = F_{\text{нп}} \cdot h_H \cdot \rho$$

где  $F_{\text{нп}}$  – площадь наплаваемой поверхности, см<sup>2</sup>;  $h_H$  – высота наплаваемого слоя, см.

$\rho$  – плотность стали гс/см<sup>2</sup>

Время горения дуги, ч, (основное время) определяется по формуле

$$t_0 = \frac{G_H}{I_{\text{св}} \cdot \alpha_H}$$

Полное время наплавки, ч, приближенно определяется по формуле

$$T = \frac{t_0}{k_n}$$

где  $t_0$  – время горения дуги (основное время), ч;

$k_n$  – коэффициент использования сварочного поста, который принимается для механизированной сварки  $0,6 \div 0,75$ .

Расход сварочной проволоки, кг, для механизированной дуговой наплавки определяется по формуле

$$G_M = G_H \cdot k_э$$

где  $k_э$  – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки на 1 кг наплавленного металла

Расход электроэнергии, кВт·ч, определяется по формуле

$$A = \frac{U_d \cdot I_{св}}{\eta \cdot 1000} \cdot t_0 + W_0 \cdot (T - t_0)$$

где  $U_d$  – напряжение дуги, В;

$\eta$  – КПД источника питания сварочной дуги;

$W_0$  – мощность, расходуемая источником питания сварочной дуги при холостом ходе, кВт;

$T$  – полное время наплавки, ч.

Значения  $\eta$  источника питания сварочной дуги и  $W_0$  можно принять по таблице 3: Таблица 3 – Значения коэффициентов источника питания

Род тока	Переменный	Постоянный
$\eta$ – КПД источника питания	0,8-0,9	0,6-0,7
$W_0$ – мощность, источником питания при холостом ходе, кВт;	2,0-4,0	2,0-3,0

### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с теоретическим материалом.
2. Выполните задания по карточкам.
3. Занесите данные в таблицу.
4. Составьте отчет.

### Задание

Необходимо произвести механизированную дуговую наплавку вала, диаметр износа вала до 122мм, толщина износа 3мм из стали марки Ст45. а) определите режимы наплавки и заполните таблицу 4.

Таблица 4 – Режимы наплавки

Характеристика параметра	Значение
Марка наплавляемого материала	
Род тока, полярность	
Марка наплавочной проволоки	
Высота наплавляемого слоя, $h_n$ мм	

Диаметр наплавочной проволоки, мм	
Сила сварочного тока, $I_{св}$ А	
Коэффициент наплавки, $\alpha_n$ г/А · ч	
Скорость наплавки, $V_{св}$ м/ч	
Массы наплавленного металла - $G_n$ , г	
Время горения дуги - $t_0$ , ч	
Полное время наплавки – $T$ , ч	
Расход наплавочной проволоки, кг	
Коэффициент, учитывающий расход наплавочной проволоки на 1 кг наплавленного металла, $k_э$	
Расход электроэнергии, кВт · ч	

### Контрольные вопросы:

1. Укажите назначение наплавки.
2. Поясните, как влияет сварочный ток на формирование валика при наплавке?
3. Поясните, как влияет напряжение дуги на формирование валика при наплавке?
4. Укажите, от чего зависит выбор диаметра проволоки при наплавке детали? 5. Укажите, от чего зависит величина сварочного тока при механизированной дуговой наплавке?

### Часть 2.

#### Теоретические сведения:

Для восстановления и повышения срока службы режущего, штампового и измерительного инструмента, а также деталей механизмов, работающих при интенсивном износе, применяется наплавка рабочих поверхностей твердыми сплавами, представляющими собой соединения таких металлов, как титан, вольфрам, тантал, марганец, хром и других с бором, углеродом, кобальтом, железом, никелем и пр.

При изготовлении новых инструментов и деталей с твердосплавной наплавкой, в качестве заготовок (оснований) применяются детали из углеродистых или легированных сталей. В случае ремонта деталей с большим износом, перед наплавкой твердыми сплавами делают предварительную наплавку электродами из малоуглеродистой стали.

Для получения более качественной наплавки, предупреждения образования трещин и снижения напряжений, во многих случаях целесообразен подогрев заготовок до температуры 300°C и выше.

Наплавка металлорежущего инструмента и штампов. Металлорежущие инструменты и штампы, работающие при холодной и горячей штамповке, наплавляют наплавочной проволокой марок Нп-30, Нп-50, Нп-85, Нп-50НМ, Нп-50ХФА и прочие марки. Металл, наплавленный этими проволоками, обладает высокой сопротивляемостью к истиранию и смятию при больших удельных нагрузках и высоких температурах - до 650-850°C. Твердость наплавленного слоя без термообработки составляет до 51,5 HRC. Наплавляется 1-3 слоя общей толщиной 2-6 мм. Деталь перед наплавкой подогревают до температуры 300-700°C (в зависимости от марки проволоки).

Наплавка деталей, работающих на истирание без ударных нагрузок. Если требуется получить наплавленный металл особо высокой твердости, можно использовать порошковые проволоки для наплавки марок ПП-Нп-80Х20Р3Т и ПП-Нп-350Х10Б8Т4. Они специально предназначены для покрытия деталей, работающих на интенсивное истирание. Их стержень изготовлен из

малоуглеродистой стали, зато в покрытия входят феррохром, ферротитан, ферробор, карбид бора и графит. Благодаря этим материалам твердость наплавленного металла может достигать 58 единиц по HRC.

Наплавка деталей, работающих на истирание с ударными нагрузками. Детали из марганцовистых сталей (110Г13Л и подобные ей), работающие в условиях интенсивного поверхностного износа и высоких ударных нагрузок (в частности, рабочие органы строительного и землеройного оборудования), наплавляют проволоками марок ПП-Нп-150Х15РЗТ2, ПП-Нп-30Х5Г2СМи прочие марки. При их использовании твердость наплавляемого металла достигает 57 HRC,

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомьтесь с теоретическим материалом.
2. Выполните задания по карточкам.
3. Занесите данные в таблицу.

**Таблица 1**

Марка наплавляемого материала	Твердость наплавленного металла, HRC <sub>3</sub>	Высота наплавочного слоя, мм	Кол-во проходов	Марка наплавочной проволоки	Диаметр проволоки, мм

**Задание №1**

Необходимо произвести ручную дуговую наплавку пуансона из стали марки У8А, обеспечивая твердость 48-51HRC<sub>3</sub>, высота наплавочного слоя 6мм

- а) выберите необходимую марку и диаметр наплавочной проволоки;
- б) определите количество проходов.

**Задание №2**

Необходимо произвести наплавку изношенной части кузнечно-штамповой оснастки горячего деформирования из стали 5ХНМ, обеспечивая твердость 40-45HRC<sub>3</sub>, высота наплавочного слоя 10-15мм

- а) выберите необходимую марку и диаметр наплавочной проволоки,
- б) определите количество проходов.

**Задание №3**

Необходимо произвести ручную дуговую наплавку уплотнительной поверхности задвижки из стали марки 20ХН, обеспечивая твердость 35-37HRC<sub>3</sub>, высота наплавочного слоя 6-8мм

- а) выберите необходимую марку и диаметр наплавочной проволоки,
- б) определите количество проходов.

**Задание №4**

Необходимо произвести наплавку изношенной части траверсы из стали 09Г2Д, обеспечивая твердость HB260-280, высота наплавочного слоя 6-8мм,

- а) выберите необходимую марку и диаметр наплавочной проволоки,
- б) определите количество проходов.

**Контрольные вопросы:**

1. Укажите назначение наплавки.
2. Поясните, в каких случаях производят наплавку твердосплавным материалом?

3. Укажите марки проволок для наплавки деталей, работающих в условиях интенсивных ударных нагрузок. 4. Укажите марки проволок для наплавки металлорежущего инструмента, а также штампов для горячей штамповки.

### Часть 3.

#### Теоретические сведения:

Наплавку применяют для восстановления изношенных деталей, а также при изготовлении новых деталей с целью получения поверхностных слоев, обладающих повышенными твердостью, износостойкостью, жаропрочностью, кислотостойкостью или другими свойствами.

Технологические приемы и режимы дуговой наплавки зависят от формы и размеров изделий и весьма важны для получения надлежащего качества и состава наплавленного слоя. При наплавке важно, чтобы основной металл проплавлялся минимально, чтобы были сведены к минимуму остаточные напряжения, деформации и припуски на последующую обработку.

Наплавка может производиться на плоские, цилиндрические, конические, сферические и другие формы поверхности в один или несколько слоев. Толщина слоя наплавки может изменяться в широких пределах — от долей миллиметра до сантиметров. При наплавке поверхностных слоев с заданными свойствами, как правило, химический состав наплавленного металла существенно отличается от химического состава основного металла.

Перед наплавкой поверхность тщательно очищают от масла, краски, окалины и других загрязнений. Поверхностные дефекты, в том числе и ранее наклепанный слой, удаляют механическим путем или резаком для поверхностной кислородной резки. С целью снижения сварочных напряжений необходимо добиваться равномерной толщины наплавленного слоя. Поверхность, имеющую неравномерную выработку с большими колебаниями по высоте, выравнивают механическим путем на металлорежущем оборудовании.

Наплавка трудно свариваемых сталей производится с предварительным подогревом по режимам наплаваемой стали.

Технология наплавки различных поверхностей предусматривает ряд приемов нанесения наплавленного слоя: ниточными валиками с перекрытием один другого на 0,3 - 0,4 их ширины, широкими валиками, полученными за счет поперечных к направлению оси валика колебаний горелки. Расположение валиков с учетом их взаимного перекрытия характеризуется шагом наплавки (рис. 1).

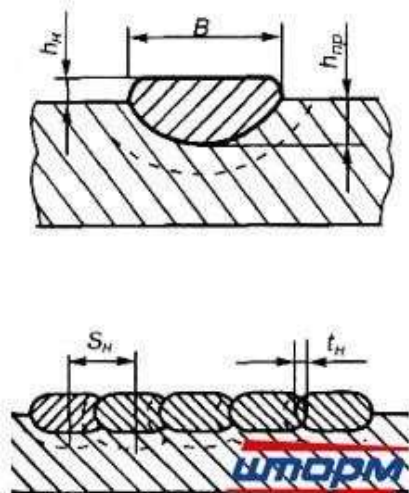


Рис. 1. Схема наплавки слоев:

$B$ ,  $h_n$ ,  $h_{пр}$  - соответственно ширина валика,  $a$  - по образующей,  $b$  - по окружности.  $v$  - высота наплавки,  $g$  - глубина проплавления,  $S_n$  - по винтовой линии шаг наплавки.

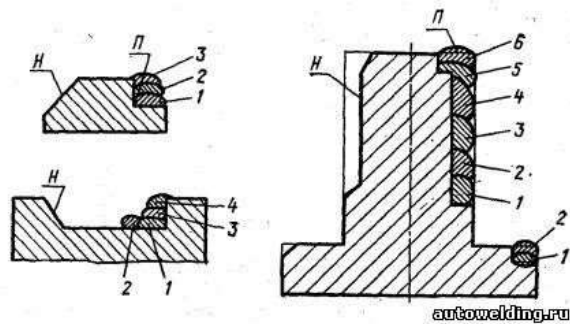


Рис. 2 Правильная (П) рис.2а и неправильная (Н) рис.2б подготовка поверхностей под наплавку; 1...6 — последовательность наложения валиков рис.2в

Наплавку плоских и фасонных поверхностей выполняют отдельными валиками (рис. 2а, б) или челночным способом (рис. 2б). При наплавке отдельными валиками каждый из них накладывают на всю длину на расстоянии друг от друга, равном  $1/3$  ширины валика. После очистки наложенных валиков от шлака заполняют промежутки между ними (см. рис. 2в). Применяют и другие способы наплавки валиками, например, как показано на рис. 2, а, — с перекрытием  $1/3$  ширины валика после очистки предыдущего валика от шлака.

Наплавку криволинейных поверхностей тел вращения выполняют тремя способами (рис. 3): наплавкой валиков вдоль образующей тела вращения, по окружностям и по винтовой линии.

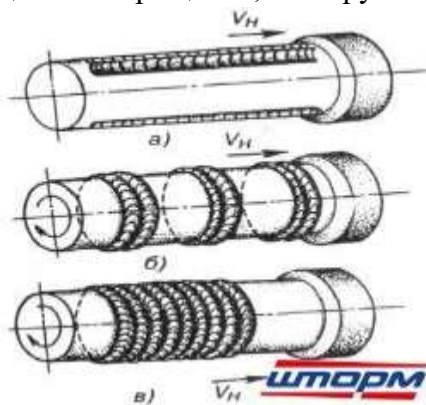


Рис. 3. Наплавка тел вращения:

$B$ ,  $h_n$ ,  $h_{np}$  - соответственно ширина валика, а - по образующей, б - по окружности, в - высота наплавки, глубина проплавления,  $S_n$  - по винтовой линии шаг наплавки.

Наплавку по образующей выполняют отдельными валиками так же, как при наплавке плоских поверхностей. Наплавка по окружностям также выполняется отдельными валиками до полного замыкания начального и конечного участков их со смещением на определенный шаг вдоль образующей. При винтовой наплавке деталь вращается непрерывно, при этом скорость наплавки должна равняться скорости вращения детали.

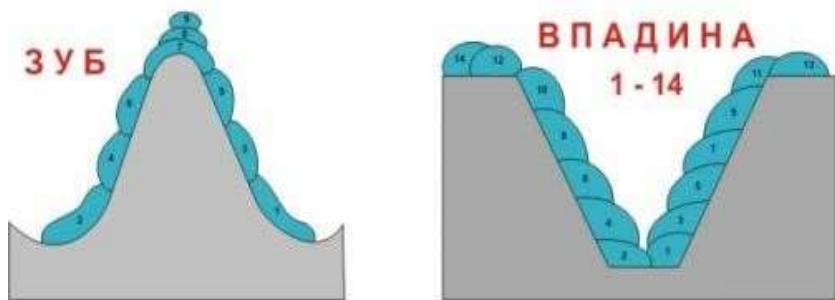


Рис.4 Наплавка шестерен. Порядок наложения валиков

При многослойной наплавке первый слой выполняют с силой тока на 10-15% меньше, чем последующие слои.

Наплавку в вертикальном положении проводят с силой тока на 10-15% меньше, чем в нижнем положении. Потолочные швы выполняют силой тока на 20-25% меньше, чем в нижнем положении.

При выполнении многослойной наплавки необходимо соблюдать ряд требований:

- тщательно производить зачистку поверхности;
- перекрытие предыдущего валика должно составлять 30%;
- производить зачистку каждого слоя;
- не допустимо наложение последующего слоя при наличии дефектов на предыдущем слое;
- угол наклона горелки должен составлять 15-30 градусов
- для лучшего смешивания металла применять колебательные движения: круговые, полумесяц, петлеобразные (рис.5).

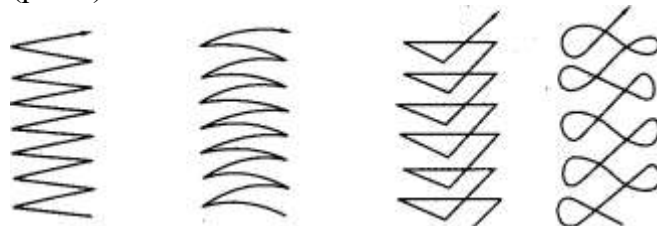


Рис.5 Колебательные движения горелкой при дуговой наплавке

#### Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с теоретическим материалом.
2. Опишите назначение дуговой наплавки.
3. Сделайте эскизы с указанием порядка наложения валиков при наплавке на шестерню и на наружную поверхность втулки.
4. Перечислите требования, предъявляемые при выполнении многослойной наплавки.

#### Контрольные вопросы:

1. Укажите, в каких случаях применяют наплавку?
2. Перечислите способы наплавки поверхностей тел вращения.
3. Укажите силу тока при наплавке первого и последующих слоев при многослойной наплавке; при наплавке в вертикальном положении?
4. Укажите способы движения горелкой при наплавке широкими валиками?

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зорин, Е. Е. Электрическая дуговая сварка. Лабораторный практикум по технологическим основам сварки: учебное пособие для СПО / Е. Е. Зорин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-8186-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/173108>
2. Зорин, Н. Е. Материаловедение сварки. Сварка плавлением / Н. Е. Зорин, Е. Е. Зорин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 164 с. — ISBN 9785-507-48768-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/362930>
3. Козловский, С. Н. Сварочные технологии / С. Н. Козловский. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 416 с. — ISBN 978-5-507-46689-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/316958>
4. Контроль качества сварных конструкций: учебное пособие / составители В. А. Соколов [и др.]. — Омск: ОмГТУ, 2022. — 213 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/343820>