

**РОСЖЕЛДОР**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Ростовский государственный университет путей сообщения»**  
**(ФГБОУ ВО РГУПС)**  
**Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта**  
**(ТТЖТ – филиал РГУПС)**

---

А.Н.Юрченко

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ**  
**ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

**ПМ.01 Подготовка и осуществление технологических процессов**  
**изготовления сварных конструкций**  
**МДК 01.01. Технология сварочных работ**

**Для специальности 15.02.19 Сварочное производство**

Тихорецк

2025

## **УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель директора по  
учебной работе

Н.Ю. Шитикова

01 сентября 2025 г.

Методические указания для выполнения практических занятий профессионального модуля ПМ.01. Подготовка и осуществление технологических процессов изготовления сварных конструкций МДК 01.01 Технология сварочных работ разработаны для студентов очной формы обучения специальности 15.02.19 Сварочное производство.

Организация-разработчик: Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ТТЖТ – филиал РГУПС)

Разработчик:

А.Н.Юрченко, преподаватель ТТЖТ - филиала РГУПС

Рекомендована цикловой комиссией №5 специальностей 13.02.07, 15.02.19, 23.02.04.

Протокол заседания №1 от 01 сентября 2025 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                      | Стр. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА                                                                             | 4    |
| 2. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1<br>ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПО УСЛОВНОМУ<br>ОБОЗНАЧЕНИЮ            | 6    |
| 3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2<br>ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПО УСЛОВНОМУ<br>ОБОЗНАЧЕНИЮ             | 8    |
| 4 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3<br>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТАВРОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПО УСЛОВНОМУ<br>ОБОЗНАЧЕНИЮ             | 10   |
| 5. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4<br>ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РУЧНОЙ СВАРКИ НА ПЕРЕМЕННОМ И<br>ПОСТОЯННОМ ТОКЕ | 12   |
| 6. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5<br>ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ ВОЗБУЖДЕНИЯ СВАРОЧНОЙ ДУГИ                           | 16   |
| 7. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6<br>ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ШВА ОКОЛОШОВНОЙ ЗОНЫ                            | 17   |
| 8. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7<br>КЛАССИФИКАЦИЯ СТАЛИ ПО СВАРИВАЕМОСТИ                                   | 20   |
| 9. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ<br>РЕКОМЕНДАЦИЙ                                           | 22   |

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебно-методические рекомендации разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта для специальности **15.02.19 Сварочное производство**, утвержденного приказом Министерства просвещения РФ от 30 ноября 2023 г. № 907 и рабочей программы профессионального модуля **ПМ 01 Подготовка и осуществление технологических процессов изготовления сварных конструкций**.

Учебно-методические рекомендации предназначены для освоения соответствующих профессиональных компетенций:

ПК 1.1. Выбирать методы, способы и приемы сборки и сварки конструкций с учетом условий производства.

ПК 1.2. Выполнять техническую подготовку производства сварных конструкций.

ПК 1.3. Выбирать основные и сварочные материалы, оборудование, приспособления и инструменты для обеспечения производства сварных соединений с заданными свойствами.

ПК 1.4. Обеспечивать необходимые условия хранения и использования основных и сварочных материалов, исправное состояние сварочного оборудования, оснастки и инструмента.

### **Цели и задачи учебно-методических рекомендаций**

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями, обучающийся в ходе освоения профессионального модуля должен:

#### **иметь практический опыт:**

- применения различных методов, способов и приемов сборки и сварки конструкций с эксплуатационными свойствами;
- технической подготовки производства сварных конструкций;
- выбора оборудования, приспособлений и инструментов для обеспечения производства сварных соединений с заданными свойствами;
- хранения и использования основных и сварочных материалов, сварочного оборудования, оснастки и инструмента;

#### **уметь:**

- выбирать рациональный способ сборки и сварки конструкции;
- выбирать оптимальную технологию соединения или обработки конкретной конструкции или материала;
- использовать типовые методики выбора параметров сварочных технологических процессов;
- устанавливать режимы сварки;
- рассчитывать нормы расхода основных и сварочных материалов для изготовления сварного узла или конструкции;
- читать рабочие чертежи сварных конструкций;

- подготавливать кромки материала в соответствии со спецификациями и требованиями чертежей;
- определять условия выполнения сварочных работ в соответствии с технологической документацией по сварочному производству;
- организовать рабочее место сварщика в соответствии с технологическим процессом и условиями производства;
- обеспечивать рациональное использование производственных площадей, оборудования, оснастки и инструмента;
- анализировать требования конструкторской, технологической и нормативной документации по сварочному производству;
- настраивать сварочное оборудование в соответствии с рекомендациями производителя;
- обеспечивать выполнение необходимых условий хранения и использования основных и сварочных материалов;
- обеспечивать исправное состояние сварочного оборудования, оснастки и инструмента;

**знать:**

- технологический процесс подготовки деталей под сборку и сварку;
- основы технологии сварки и производства сварных конструкций;
- методику расчетов режимов ручных и механизированных способов сварки;
- основные технологические приемы сварки и наплавки сталей, чугунов и цветных металлов;
- технологию изготовления сварных конструкций различного класса;
- способы подготовки кромок соединения под сварку;
- виды сварочных участков;
- оборудование сварочных постов;
- требования к организации рабочего места, его безопасному содержанию и экологичности;
- виды сварочного оборудования, технические характеристики, устройство, принцип работы и правила эксплуатации;
- источники питания;
- требования, предъявляемые к основным и сварочным материалам, условиям их транспортировки, хранения и выдачи;
- требования, предъявляемые к сварочному оборудованию, оснастке и инструменту, правила обслуживания.

Практические занятия выполняются в условиях кабинета и в учебных мастерских. При проведении практических занятий необходимо строго исполнять инструкции по охране труда и противопожарной безопасности.

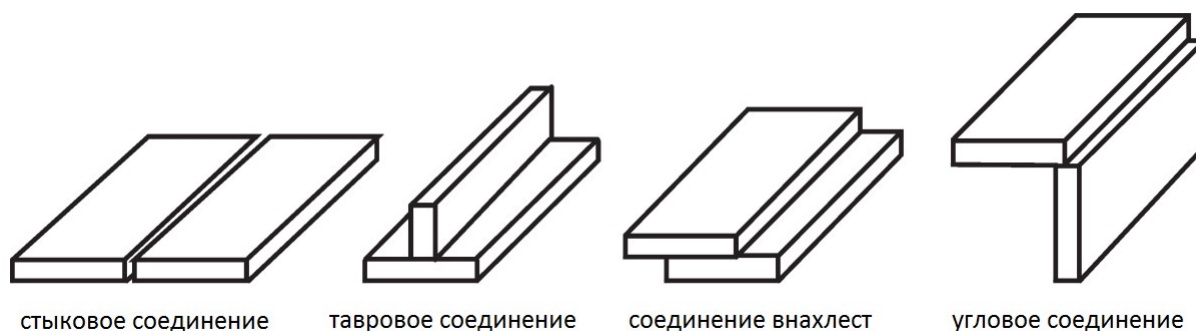
Практическое занятие № 1  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПО УСЛОВНОМУ  
ОБОЗНАЧЕНИЮ**

**Цель работы:** Классифицировать сварные соединения по нескольким признакам и по условному обозначению

Методические указания по выполнению практической работы: конспект, калькулятор, таблица сортаментов проката, классификатор сталей согласно ГОСТ.

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ**

*Сварные соединения и швы классифицируются по нескольким признакам:*



**Стыковое соединение**

Стыковое соединение представляет собой соединение двух листов или труб их торцевыми поверхностями. Данное соединение является самым распространенным, благодаря меньшему расходу металла и времени на сварку. Стыковые швы обозначаются на чертежах буквой С а их конкретный тип и форму определяют по стандартам, например по ГОСТ5264-80, а после буквы С (С<sub>1</sub>: С<sub>2</sub> и так далее ) указывает на форму кромок и технологию выполнения шва. Обозначение также включает информацию о наличии скосов, одностороннем или двустороннем

Стыковое соединение может быть, в зависимости от расположения шва:

- Односторонним, двусторонним
- По подготовке соединения под сварку, в зависимости от толщины свариваемых изделий: без скоса кромок; со скосом кромок



одностороннее без разделки



одностороннее с односторонним скосом кромок



одностороннее с V-образной  
разделкой



одностороннее с U-образной  
разделкой



двустороннее с X-образной  
разделкой

Одностороннее соединение без скоса кромок предполагает сварку листов толщиной до 4 мм. Двустороннее соединение без скоса кромок рекомендуется выполнять при сварке толщин до 8 мм. В обоих случаях для обеспечения качественного провара, необходимо делать небольшой зазор при соединении листов под сварку, около 1- 2 мм.

### **ХОД РАБОТЫ**

1. Определить типы сварных соединений.
2. Указать отличительные признаки каждого сварного соединения.
3. Указать какими могут быть стыковые соединения.
4. В каком случае выполняется одностороннее соединение без скоса кромок».
5. Влияние толщины металла на сварку стыковых соединений.
6. В каком случае металл сваривается в стык.
7. Сделать вывод.

### **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ**

1. Пользуясь конспектом определить классификацию сварных соединений
2. Какие параметры свариваемого металла влияют на то или иное соединение
3. Указать отличительные признаки каждого сварного соединения.
4. Указать как рассчитываются сварные стыковые швы.
5. Указать влияние толщины металла на сварку стыковых соединений.
6. Какой тип сварного соединения называется стыковым.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ**

1. Какой тип сварного соединения называется стыковым?
2. Отличительные признаки стыкового соединения
3. Перечислите 4 основных типа соединений по положению в пространстве.

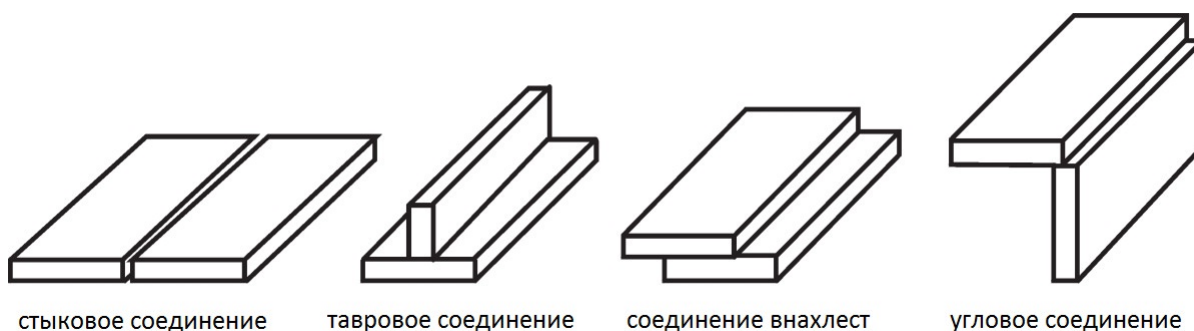
Практическое занятие № 2  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПО УСЛОВНОМУ  
ОБОЗНАЧЕНИЮ**

**Цель работы:** Классифицировать сварные соединения по нескольким признакам и условному обозначению

Методические указания по выполнению практической работы: конспект, калькулятор, таблица сортментов проката, классификатор сталей согласно ГОСТ.

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ**

*Сварные соединения и швы классифицируются по нескольким признакам:*



**Угловое соединение**

Угловым сварочным соединением называют тип соединения двух металлических листов, расположенных друг к другу под прямым или другим углом. Данные соединения также могут быть со скосом кромок или без, в зависимости от толщин. Иногда угловое соединение проваривается и изнутри. Угловое соединение представляет собой такое расположение деталей при котором угол между их поверхностями в месте сварки составляет более 30 градусов.

Угловые сварные соединения обозначаются буквой **У** в соответствии с ГОСТ. В условных обозначениях сварных швов на чертежах угловой шов так же отображается с помощью условного символа, который располагается выше или ниже основной линии и указывает на место сварки

В стандарте ГОСТ5264-80 буква **У** является условным обозначением углового шва. Таким образом, что бы определить угловое сварное соединение по условному обозначению следует искать букву **У** или треугольный символ на чертеже

**ХОД РАБОТЫ**

1. Определить типы углового соединения по его обозначению.
2. Указать угол между поверхностями углового соединения в месте сварки.
3. Указать обозначение углового соединения на чертеже.



4. Указать как отображается в стандарте ГОСТ5264-80 угловое соединение
5. Указать как определить угловое соединение на чертеже.
6. Сделать вывод.

### **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ**

1. Пользуясь конспектом определить как на чертеже обозначены угловые соединения.
2. Какие параметры свариваемого металла влияют на угловое соединение.
3. Указать отличительные признаки каждого сварного соединения.
4. Указать типы соединений по положению в пространстве.
5. Указать влияние толщины металла на сварку угловых соединений.
6. Какой тип сварного соединения называется угловым.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ**

1. Какой тип сварного соединения называется угловым?
2. Как на чертеже определить угловое соединение.
3. Как отображается в стандарте ГОСТ5264-80 угловое соединение.

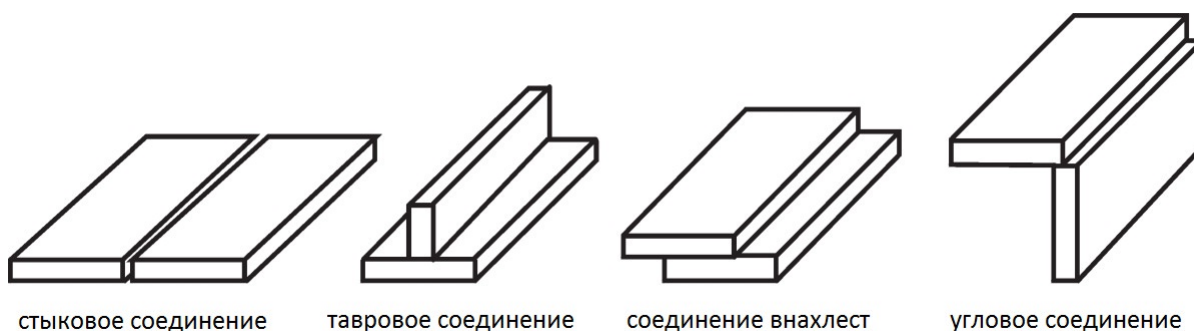
Практическое занятие № 3  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТАВРОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПО УСЛОВНОМУ  
ОБОЗНАЧЕНИЮ**

**Цель работы:** Классифицировать сварные соединения по нескольким признакам и условному обозначению

Методические указания по выполнению практической работы: конспект, калькулятор, таблица сортментов проката, классификатор сталей согласно ГОСТ.

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ**

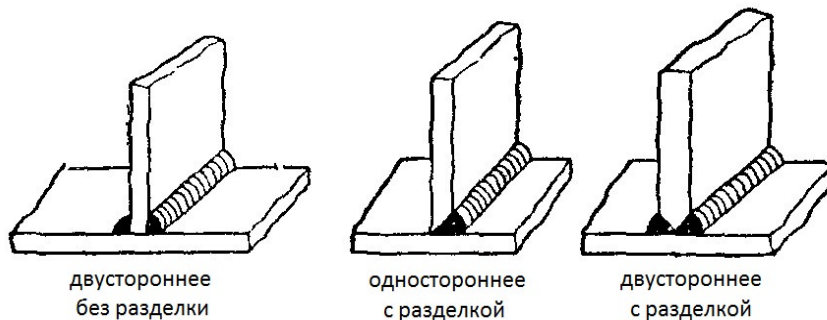
*Сварные соединения и швы классифицируются по нескольким признакам:*



**Тавровое соединение**

Тавровое соединение по условному обозначению определяется буквой **Т**, которая указывает на тип соединения, при котором одна деталь примыкает к боковой поверхности другой под прямым или близким к нему углом, образуя форму, напоминающую букву «Т». Условные обозначения швов сварных соединений регламентируется ГОСТ 2.312-72 и в них буква «Т» используется для идентификации именно тавровых соединений.

Тавровое соединение представляет собой два листа, когда между ними образуется соединение в виде буквы «Т». Как и в случае со стыковыми соединениями, в зависимости от толщины металла выполняется сварка с одной или с обеих сторон, с разделкой или без. Основные типы таврового сварного соединения представлены на рисунке.



### **ХОД РАБОТЫ**

1. Определить типы сварных соединений.
2. Указать отличительные признаки каждого сварного соединения.
3. Указать какими могут быть тавровые соединения.
4. Влияние толщины металла на сварку тавровых соединений.
5. Влияние толщины металла на сварку тавровых соединений.
6. В каком случае металл сваривается в нахлест.
7. Сделать вывод.

### **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ**

1. Пользуясь конспектом определить классификацию сварных соединений.
2. Какие параметры свариваемого металла влияют на то или иное соединение.
3. Указать отличительные признаки каждого сварного соединения.
4. Указать условное обозначение тавровых соединений.
5. Указать влияние толщины металла на сварку тавровых соединений.
6. Какой тип сварного соединения называется тавровым.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ**

1. Какой тип сварного соединения называется тавровым.
2. Отличительные признаки таврового соединения.
3. Перечислите 3 основных типа соединений по положению в пространстве.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РУЧНОЙ СВАРКИ НА ПЕРЕМЕННОМ И ПОСТОЯННОМ ТОКЕ

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** Изучить технику выполнения швов в различном пространственном положении

**ОБОРУДОВАНИЕ:** Методические указания по выполнению практической работы, конспект, калькулятор. Схемы выполнения швов

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ ХОД РАБОТЫ

Нижние швы наиболее удобны для выполнения, т.к. расплавленный металл электрода под действием силы тяжести стекает в кратер и не вытекает из сварочной ванны, а газы и шлак выходят на поверхность металла. Поэтому по возможности следует вести сварку в нижнем положении. При ведении сварки угловых швов наклонным электродом расплавленный металл стремится стекать на нижнюю плоскость. Поэтому угловые швы стремятся выполнять способом «в лодочку» (в том числе опиранием). Сварка «в лодочку» угловых швов для металла толщиной до 14 мм может вестись без разделки кромок (двусторонняя сварка) или с частичной разделкой кромок и увеличенным притуплением. Понятно, что сварка «в лодочку» не всегда возможна. Тогда сварку угловых швов выполняют наклонным электродом. Однако в этом случае возрастает опасность непровара корня шва и кромок нижнего листа. Чтобы обеспечить достаточный прогрев кромок свариваемых частей электрод держат с наклоном в  $45-30^\circ$  и производят поперечные движения треугольником с задержками в корне шва и без задержек. Угловые швы в особо ответственных изделиях сваривают со скосом кромок (односторонним или двусторонним). При толщине вертикальной стенки до 4 мм шов со скосом кромок выполняется в один слой, при большой толщине – в несколько слоев. Вертикальные швы менее удобно сваривать, т.к. сила тяжести увлекает капли электродного металла вниз. Следует выполнять вертикальные швы короткой дугой снизу вверх. При этом капли металла легче переходит в шов, а образующийся кратер в виде полочки удерживает очередные капли металла от стекания вниз. Таким же образом можно вести сварку и сверху вниз. При этом дугу следует зажигать при положении электрода, перпендикулярно плоскости изделия. После образования первых капель металла электрод наклоняют вниз и сварку выполняют максимально возможной короткой дугой. Горизонтальные швы выполняют при разделке

кромки со скосом у верхнего листа. Дугу возбуждают на нижней кромке и затем переводят на поверхность скоса и обратно. Сварку выполняют электродом диаметром 4-5 мм. Горизонтальные нахлесточные швы выполнять легче, т.к. нижняя кромка образует полочку, удерживающую капли расплавленного металла. Потолочные швы требуют высокой квалификации сварщика. Применяют электроды диаметром не более 5 мм при уменьшенном значении сварочного тока. Следует применять тугоплавкое покрытие электрода, образующее «чехольчик», в котором удерживается расплавленный металл электрода. Дуга должна быть как можно короче для облегчения перехода капель металла электрода в кратер шва.

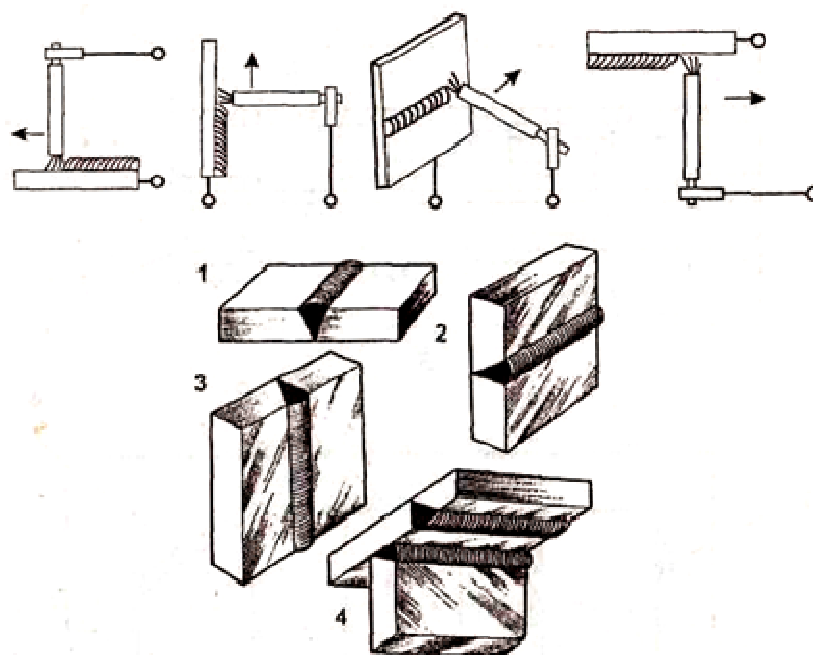


Рис. 41. Основные положения сварных швов в пространстве:  
1 – нижнее; 2 – горизонтальное; 3 – вертикальное; 4 – потолочное

Сварка стыковых соединений выполняется с одной или с двух сторон, что зависит от толщины свариваемого металла. Стыковые соединения со скосом двух кромок (т.е. V-образные) в зависимости от толщины металла могут выполняться однослойными, многослойными и многопроходными швами. Оптимальный угол раскрытия шва определяется, с одной стороны, удобством выполнения сварки для уменьшения опасности непровара корня шва (удобный угол  $80-90^\circ$ ), а с другой стороны тем, что большой угол разделки увеличивает объём наплавленного металла и сварочные деформации. Поэтому для нормального процесса ручной дуговой сварки применяется угол разделки, равный  $60^\circ$ . Для толстых листов ( $S$  более 15 мм) его уменьшают до

55°, для тонких листов увеличивают до 65°. Зазор между свариваемыми элементами и притупление кромок выбирают в пределах от 1,5 до 4 мм в зависимости от толщины этих элементов и некоторых других факторов. Наиболее трудным при выполнении сварки является получение надёжного провара корня шва. Именно здесь чаще всего бывают различные дефекты. Поэтому, по возможности корень шва следует подварить с обратной стороны. Металл толщиной от 4 до 8 мм сваривают однослойным швом. Однослойные швы с V-образным скосом кромок выполняются поперечными колебательными движениями в виде треугольника без задержки в корне шва, если листы имеют толщину 4 мм, и с задержкой, если листы имеют большую толщину.

## **ХОД РАБОТЫ**

1. Охарактеризовать технику выполнения стыковых швов угловых швов в нижнем положении, вертикальных швов, горизонтальных швов, потолочных швов.
2. Определить скорость перемещения электродов и влияние ее на непровары, перегрев металла и на геометрию шва.
3. Указать в каких случаях применяют поперечные колебательные движения электрода.
4. Привести доводы, в каких случаях выполнять угловые швы в положение «лодочка».
5. Привести доводы, в каких случаях производят сварку стыковых швов с V-образной разделкой.
6. Указать наибольшую разность толщин стыкуемых деталей свариваемых без скоса кромок в стыковом соединении.
7. Сделать вывод.

## **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ**

1. Указать факторы, от которых зависит техника выполнения сварного шва.
2. Указать технику исполнения стыковых швов с X-образной и V-образной разделкой кромок.
3. Указать в виде (эскизов) колебательные движения концом электрода: для равномерного прогрева сварочной ванны, для усиленного прогрева в корне шва, для усиленного прогрева кромок.
4. Показать в эскизах технику выполнения вертикальных швов.
5. Показать в эскизах технику выполнения горизонтальных швов.

6. Показать в эскизах технику выполнения потолочных швов.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ**

1. Какой величины сварочный ток необходим для выполнения вертикальных швов?
2. Какой диаметр электродов применяют в данном случае?
3. Поясните технику выполнения горизонтальных и потолочных швов?

## ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ ВОЗБУЖДЕНИЯ СВАРОЧНОЙ ДУГИ

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** Выявить зависимость скорости зажигания дуги от характеристик источника питания, от силы тока в момент касания электрода с изделием, от состава газового промежутка.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** Методические указания по выполнению практической работы, конспект, калькулятор, схема процесса переноса электродного металла на изделие при короткой дуге.

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Дуга может возникать либо в случае пробоя газа (воздуха), либо в результате соприкосновения электродов с последующим их отведением на расстояние нескольких миллиметров. Первый способ (пробой воздуха) возможен только при больших напряжениях, например, при напряжении 1000В и зазоре между электродами в 1мм. Такой способ возбуждения дуги обычно не применяется из-за опасности высокого напряжения. При питании дуги током высокого напряжения (более 3000 В) и высокой частоты (150-250 кГц) можно получить пробой воздуха при зазоре между электродом и деталью до 10 мм. Такой способ зажигания дуги менее опасен для сварщика и его нередко используют. (Для этого в сварочную цепь необходимо включить осциллятор). Второй способ зажигания дуги требует разности потенциалов между электродом и изделием 40-60В, поэтому применяется чаще всего. Когда электрод соприкасается с изделием, создается замкнутая сварочная цепь. В момент, когда электрод отводится от изделия, электроды, которые находятся на нагретом от короткого замыкания катодном пятне, отрываются от атомов и электростатическим притяжением двигаются к аноду, образуя электрическую дугу. Дуга быстро стабилизируется ( в течение микросекунды). Электроны, которые выходят с катодного пятна, ионизируют газовый промежуток и в нем появляется также полный ток. На скорость возбуждения дуги влияет, в первую очередь, величина сварочного тока. Чем больше величина тока (при одном и том же диаметре электрода), тем большим становится величина сечения катодного пятна и тем большим будет электродный ток в начале зажигания дуги. Большой электронный ток вызовет быструю ионизацию и переход к устойчивому дуговому разряду. При уменьшении диаметра электрода (т.е. при увеличении плотности тока) время перехода к устойчивому дуговому разряду ещё больше сокращается. На скорость зажигания дуги влияют также полярность и род тока. При постоянном токе и обратной полярности (т.е. плюс источника тока подключается к электроду) скорость возбуждения дуги выше, чем при переменном токе. Повторные зажигания сварочной дуги после ее угасания из-за коротких замыканий каплями электродного металла будут возникать



самопроизвольно, если температура торца электрода будет достаточно высокой.

### **ХОД РАБОТЫ**

1. Охарактеризовать способ зажигания при напряжении 1000 В и зазоре между электродами в 1 мм.
2. Охарактеризовать способ зажигания током высокого напряжения (3000 В) и высокой частоты (150-250 кГц) и зазором до 10 мм.
3. Охарактеризовать способ зажигания дуги при разности потенциалов между электродом и изделием 40-60 В.
4. Выразить в виде формулы напряжение для установившейся сварочной дуги.
5. Приведите доводы влияния величины сварочного тока на скорость возбуждения дуги.
6. Укажите влияние полярности и рода тока на скорость зажигания дуги.
7. Сделать вывод.

### **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ**

1. Пользуясь конспектом определить зависимость напряжения дуги от тока в сварочной цепи.
2. Охарактеризовать особенности сварочной дуги.
3. Привести примеры способов зажигания сварочной дуги.
4. Обрисовать ситуацию соприкосновения электрода с изделием, в результате чего создаётся замкнутая сварочная цепь.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ**

1. При каких условиях возможен первый способ (пробой воздуха) зажигания дуги?
2. Какой способ зажигания дуги менее опасен для сварщика?
3. Какой разности потенциала требует второй способ зажигания дуги?
4. От чего зависит скорость зажигания дуги?

## ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ШВА И ОКОЛОШОВНОЙ ЗОНЫ

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** Охарактеризовать явления, происходящие в процессе сварки металла.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** Методические указания по выполнению практической работы, конспект, калькулятор, схема термического цикла и схема изменения текстуры зоны термического влияния.

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Участок неполного расплавления является переходным от зоны наплавленного металла шва к основному металлу. Этот участок представляет собой область основного металла, нагретого несколько выше температуры плавления, и находится в твердожидком состоянии. В этой области происходит сплавление кристаллов металла шва с зёрнами основного металла, поэтому свойства этого участка оказывают в большинстве случаев решающее влияние на качество сварного соединения. Для дуговой сварки размеры этого участка составляют 0,1-0,5 мм. Участок перегрева является областью сильно нагретого (1100-1500 °С) основного металла с крупнозернистым строением и пониженными механическими свойствами (пониженная пластичность и ударная вязкость). В стыках с повышенным содержанием углерода на этом участке могут образовываться закалочные структуры. Ширина участка перегрева иногда достигает 3-4мм.

Чтобы уменьшить эту величину, следует выполнять сварку за несколько проходов или увеличить скорость сварки. Участок нормализации является областью основного металла, нагретого в пределах от 930 до 1100 °С. Основной металл находится при таких температурах сравнительно недолго и в процессе перекристаллизации при охлаждении приобретает мелкозернистую структуру с высокими механическими свойствами - как правило, выше свойств основного металла в его исходном состоянии. Участок нормализации имеет ширину от 0,2 до 4-5 мм. Участок неполной кристаллизации является областью основного металла, нагретого до 720-850 °С.

Область характеризуется неполной перекристаллизацией, при которой вокруг крупных зерен феррита, не прошедших перекристаллизацию, находятся более мелкие зерна феррита и перлита, образовавшиеся в процессе перекристаллизации. То есть область характерна частичным изменением исходного металла. Ширина этого участка колеблется от 0,1 до 5 мм. Участок рекристаллизации является областью основного металла, нагретого в пределах от 450 до 720 °С. Этот участок наблюдается при сварке сталей, подвергавшихся пластической деформации, и характерен восстановлением формы и размеров разрушенных при деформации зерен металла. Ширина участка – от 0,1 до 1,5 мм.

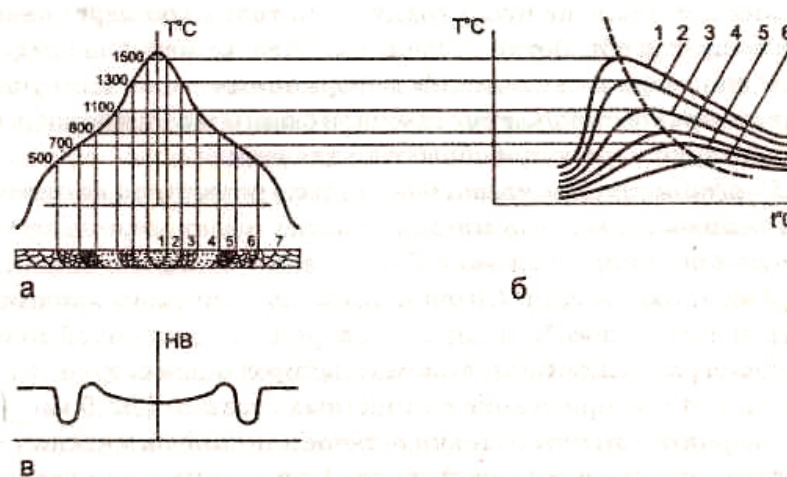


Рис. 56. Термический цикл и схема изменения текстуры и свойств сварного соединения низкоуглеродистой стали при однопроходной сварке:  
а – распределение максимальных температур; б – схема изменения текстуры; в – изменение твердости

### ХОД РАБОТЫ

1. Охарактеризовать участок неполного расплавления 1.
2. Охарактеризовать участка перегрева 2.
3. Охарактеризовать участка нормализации 3.
4. Охарактеризовать участка неполной перекристаллизации 4.
5. Охарактеризовать участка рекристаллизации 5.
6. Охарактеризовать участка синеломкости 6.
7. Сделать вывод.

### СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

1. Пользуясь конспектом определить зависимость кристаллизацию металла сварочной ванны.
2. Указать первичную кристаллизацию как процесс перехода металла из жидкого состояния в твердое состояние.
3. Охарактеризовать вторичную кристаллизацию металла.
4. Охарактеризовать фазовые и структурные изменения, происходящие в зоне основного металла в зависимости от температуры и влияющие на прочность сварного соединения.
5. Построить схему распределения максимальных температур и схему изменения текстуры.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

1. Какое условие обеспечивает после кристаллизации сварное соединение?
2. Как происходит формирование сварного шва в процессе кристаллизации?  
От чего зависит протяженность сварной ванны?
3. Какие кристаллы образуются в верхней части сварных швов, и какие в нижней при кристаллизации?

Практическая работа № 7  
**КЛАССИФИКАЦИЯ СТАЛЕЙ ПО СВАРИВАЕМОСТИ**

**ЦЕЛЬ:** Определение методов и испытаний для определения показателей свариваемости.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** Методические указания по выполнению практической работы, конспект, калькулятор.

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ**

**Методы оценки свариваемости металлов**

Все испытания, проводимые для определения показателей свариваемости, условно можно разделить на две основные группы. *К первой* относят испытания, проводимые при разработке новых марок сплавов, новых способов сварки и сварочных материалов. Эти испытания проводят, как правило, в лабораторных условиях. *Ко второй* группе относят испытания, применяемые при проверке пригодности изученного сплава или сварочного материала для изготовления новых конструкций. Испытания второй группы, как правило, производят в заводских условиях.

Методы определения показателей свариваемости можно разделить на прямые, при которых оценку производят путём сварки по выбранной технологии образцов заданной формы, и косвенные, при которых сварочный процесс заменяют другим, имитирующим его процессом. Косвенные методы испытания следует рассматривать только как предварительные. Методы и типы образцов обычно выбирают исходя из стремления максимально приблизить условия испытаний к реальному нагружению сварного соединения в конструкции.

Таблица 1. Химический состав стали

| Группа свариваемости | Сталь углеродистая                                                                     | Сталь легированная                                                         |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Хорошая              | Стали, содержащие углерода $C \leq 0.22\%$ (ст 1, Ст 2, Ст 3, Сталь 0.8, 10, 15 и др.) | Стали содержащие углерода $C \leq 0.14\%$ (Сталь 10Г2, 12ГС, 10ХСНД и др.) |
| Удовлетворительная   | Стали, содержащие углерода 0.22 – 0.30% (Ст 4, Сталь 20, 25 и др.)                     | Стали содержащие углерода 0.14 – 0.22% (Сталь 14Г2, 15ХСНД, 17ГС и др.)    |
| Ограниченная         | Стали содержащие углерода 0.3-0.4%( Ст 5, Сталь 30, 35, 40 и др.)                      | Сталь 30Х, 30Г, 40Г, 40Г2, 30ХГС, 30ХГСА, 30ХГТ, 30ХН3А и др.              |
| Плохая               | Сталь 45, 50, 55 и др                                                                  | Сталь 38ХС, 38ХГН, 40Х, 45Х 40ХМФА, 50Г, 50Г2, 45ХН и др.                  |

## **ХОД РАБОТЫ**

1. Охарактеризовать испытания проводимые для определения показателей свариваемости.
2. Определить две основные группы на которые делятся все испытания.
3. Охарактеризовать первую группу испытаний.
4. Указать в каких условиях проводятся данные испытания.
5. Охарактеризовать вторую группу испытаний и условия их проведения.
6. Указать методы определения показателей свариваемости.
7. Сделать вывод

## **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ**

1. Пользуясь конспектом указать количество групп для определения показателей свариваемости.
2. Указать различия свариваемости физической и технологической.
3. Дать определения физической и технологической свариваемости.
4. Какова разница между металлами обладающими хорошей и плохой свариваемостью.
5. Какие испытания проводят для оценки свариваемости.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ**

1. На какие группы подразделяются испытания проводимые для определения показателей свариваемости.
2. В каких условиях проводятся испытания первой группы.

## **Информационное обеспечение методических рекомендаций. Перечень рекомендуемых учебных изданий**

1. Овчинников, В. В. Производство сварных конструкций. Сварные соединения с полимерными прослойками и покрытиями : учебное пособие / В.В. Овчинников, В.И. Рязанцев, М.А. Гуреева. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. — 216 с. — (Среднее профессиональное образование). — DOI 10.12737/21176. - ISBN 978-5-8199-0732-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1778232>
2. Овчинников, В. В. Технология изготовления сварных конструкций : учебник / В.В. Овчинников. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2024. — 208 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0883-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2103196>
3. Сидоров, В. П. Теория и технология сварочных процессов. Сборник задач : практическое пособие / В. П. Сидоров. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. — 216 с. — ISBN 978-5-9729-1550-7. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/133381>
4. Черепяхин, А. А. Технология конструкционных материалов. Сварочное производство : учебник для вузов / А. А. Черепяхин, В. М. Виноградов, Н. Ф. Шпунькин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 269 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07041-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537655>
5. Черепяхин, А. А. Технология сварочных работ : учебник для среднего профессионального образования / А. А. Черепяхин, В. М. Виноградов, Н. Ф. Шпунькин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 269 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08456-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/539490>
6. Черепяхин, А. А. Подготовительные сварочные работы : учебник / А. А. Черепяхин, Р. А. Латыпов, Л. П. Андреева [и др.] ; под ред. А. А. Черепяхина, Р. А. Латыпова. — Москва : КноРус, 2023. — 180 с. — ISBN 978-5-406-11574-9. — URL: <https://book.ru/book/949273>
7. Сварка и резка металлов: учебное пособие для СПО /под общей редакцией Ю.В. Казакова-М: ИЦ «Академия», 2023. - 400 с.
8. Овчинников В.В. Дефектация сварных швов и контроль качества сварных соединений: учебник для СПО /В.В. Овчинников - М., ИЦ «Академия», 2019. - 224 с.
9. Овчинников В.В. Дефектация сварных швов и контроль качества сварных соединений. Практикум: учебное пособие/В.В. Овчинников-М., ИЦ «Академия», 2019. - 112 с.
10. Овчинников В.В. Дефекты сварных соединений. Практикум: учебное пособие для СПО /В.В. Овчинников. - М., ИЦ «Академия», 2019. – 64 с.
11. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений. - М., ИЦ «Академия», 2019. - 200 с.
12. Овчинников В.В. Контроль качества сварочных соединений. Практикум. - М., ИЦ «Академия», 2022. - 240 с.