

Приложение
к ООП 15.01.05 Сварщик (ручной и
частично механизированной сварки
(наплавки))
(часть 2)

**КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПО ПРОГРАММЕ
ПОДГОТОВКИ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ РАБОЧИХ, СЛУЖАЩИХ
ПО ПРОФЕССИИ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ**

15.01.05

**СВАРЩИК (РУЧНОЙ И ЧАСТИЧНО МЕХАНИЗИРОВАННОЙ СВАРКИ
(НАПЛАВКИ))**

1 год обучения

ОП.01 Основы инженерной графики
ОП.02 Основы электротехники
ОП.03 Материаловедения
ОП.04 Допуски и технические измерения
МДК.01.01 Технология производства сварных конструкций
МДК.01.02 Подготовительные и сборочные операции перед сваркой и
контроль качества сварных соединений
ПМ.01 Экзамен по модулю
МДК.02.01 Основы технологии сварки

2 год обучения

СГ.01 История России
СГ.02 Иностранный язык в профессиональной деятельности
СГ.03 Безопасность жизнедеятельности
СГ.04 Физическая культура
СГ.05 Основы бережливого производства
СГ.06 Основы финансовой грамотности
ОП.05 Цифровая экономика
МДК.02.02 Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки) и резки
металлов
ПМ.02.ЭК Экзамен по модулю
МДК.03.01 Сварочные материалы и оборудование для частично
механизированной сварки (наплавки) плавлением
МДК.03.02 Техника и технология частично механизированной сварки
(наплавки) плавлением
ПМ.03.ЭК Экзамен по модулю
МДК.04.01 Основное и вспомогательное оборудование, применяемое для
сварки неплавящимся электродом в защитном газе
МДК.04.02 Технология ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся
электродом в защитном газе
ПМ.04.ЭК Экзамен по модулю

МИНИСТЕРСТВО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
И ЗАНЯТОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

**краевое государственное автономное
профессиональное образовательное учреждение
«Дальнегорский индустриально-технологический колледж»**

**КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ОП 01 Основы инженерной графики

подготовки квалифицированных рабочих, служащих

код профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Дальнегорск, 2025 год

Комплект контрольно-оценочных средств разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии СПО 15.01.05 «Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)) основной профессиональной образовательной программы учебной дисциплины ОП 01 «Основы инженерной графики».

Разработчики:

Организация-разработчик: КГА ПОУ «ДИТК»

Разработчик: Барбакова Анна Владимировна, преподаватель

ОДОБРЕН

цикловой методической комиссией

Протокол № 1

от «5» сентября 2025 г.

Председатель: Гаврикова Е.Ю.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств
2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке
3. Оценка освоения учебной дисциплины
 - 3.1. Контроль и оценка освоения учебной дисциплины по темам (разделам)
 - 3.1.1 Методы и критерии оценивания
4. Контрольно-оценочные средства для проведения промежуточной аттестации
 - 4.1. Пакет материалов
 - 4.2. Критерии оценки

1. ПАСПОРТ КОМПЛЕКТА КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

В результате освоения учебной дисциплины основы инженерной графики обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС по профессии СПО 15.01.05 «Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))» следующими умениями, знаниями, которые формируют профессиональную компетенцию, и общими компетенциями.

Обучающийся должен знать:

31	Основные правила чтения конструкторской документации;
32	Общие сведения о сборочных чертежах
33	Основы машиностроительного черчения
34	Требование единой системы конструкторской документации

Обучающийся должен уметь:

У 1	читать чертежи средней сложности и сложных конструкций, изделий, узлов и деталей;
У 2	пользоваться конструкторской документацией для выполнения трудовых функций.

Формируемые ОК:

ОК 01. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

ОК 02. Использовать информационно – коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

Формируемые ПК:

ПК 1.1. Читать чертежи средней сложности и сложных сварных металлоконструкций.

ПК 1.2. Использовать конструкторскую, нормативно-техническую и производственно-технологическую документацию по сварке.

Формой промежуточной аттестации по учебной дисциплине является дифференцированный зачёт.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ПРОВЕРКЕ

В результате освоения учебной дисциплины «Основы инженерной графики» обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС по профессии СПО 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)) следующими умениями, знаниями, которые формируют профессиональную компетенцию, и общими компетенциями

Результаты обучения: умения, знания и общие компетенции	Показатели оценки результата
Уметь:	
У 1. - Читать чертежи средней сложности и сложных конструкций, изделий, узлов и деталей	Читает все виды сложности чертежей и схем. Использует полученные знания и справочную литературу
ОК 01. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения	Выявляет наиболее значимое в перечне информации. Составляет форму результатов поиска информации. Оценивает практическую

<p>профессиональных задач. ОК 02. Использовать информационно – коммуникационные технологии в профессиональной деятельности. ПК 1.1</p>	<p>значимость результатов поиска. Применяет средства информатизации и информационных технологий для реализации профессиональной деятельности.</p>
<p>У 2. пользоваться конструкторской документацией для выполнения трудовых функций. ОК 01. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач. ОК 02. Использовать информационно – коммуникационные технологии в профессиональной деятельности. ПК 1.2</p>	<p>Различает эскизы, технические рисунки, простые чертежи деталей, узлов, элементов деталей друг от друга. Использует справочную литературу по назначению. Выявляет наиболее значимое в перечне информации. Составляет форму результатов поиска информации. Оценивает практическую значимость результатов поиска. Применяет средства информатизации и информационных технологий для реализации профессиональной деятельности.</p>
<p>Знать:</p>	
<p>3.1 Основные правила чтения конструкторской документации. 3.2 Общие сведения о сборочных чертежах. Перечисление общих сведений о сборочных чертежах 3.3 Основы машиностроительного черчения 3.4 Требование единой системы конструкторской документации</p>	<p>Знание основных правил чтения конструкторской документации. Перечисление общих сведений о сборочных чертежах. Перечисление основных видов чертежей, форматов, масштабов, линий, используемых при выполнении чертежа, размеров чертёжных шрифтов, правил нанесения размерных чисел на чертеже, правил вычерчивания контуров плоской детали, используемых при выполнении чертежа согласно ГОСТ. Перечисление видов проецирования, плоскостей проекций; Перечисление последовательности проецирования точки, прямой, геометрических тел, моделей на комплексном чертеже; Перечисление, видов разрезов, сечений, видов сварных соединений на чертежах. Перечисление назначений Единой системы конструкторской документации Перечисление стандартов входящих в ЕСКД. Перечисление требований к выполнению и составлению чертежей.</p>

3.ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Контроль и оценка освоения учебной дисциплины по темам (разделам)

Элемент учебной дисциплины	Формы и методы контроля			
	Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
	Осваиваемые результаты	Метод контроля	Проверяемые результаты	Форма контроля
Раздел 1. Общие сведения о техническом черчении				
Тема 1.1. Введение в курс черчения	31-34 У 1 ОК 01, ОК 02, ПК 1.1 ПК 1.2	Устный опрос, практические занятия	ОК 01, ОК 02, ПК 1.1 ПК 1.2	1 семестр дифференцированный зачёт
Раздел 2. Геометрические построения				
Тема 2.1. Практическое применение геометрических построений	31-34 У 1-2 31-34 У 2 ОК 01, ОК 02, ПК 1.1 ПК 1.2	Устный опрос, практические занятия тестирование	ОК 01, ОК 02, ПК 1.1 ПК 1.2	
Тема 2.2. Аксонометрические построения				
Тема 2.3. Сечения и разрезы				
Тема 2.4. Рабочие чертежи	31-34 У 1-2 ОК 01, ОК 02, ПК 1.1 ПК 1.2	Устный опрос, практические занятия		
Тема 2.5. Сборочные чертежи	31-34 У 1-2 ОК 01, ОК 02, ПК 1.1 ПК 1.2	Устный опрос, практические занятия		
Тема 2.6. Схемы	31-34 У 1-2 ОК 01, ОК 02, ПК 1.1 ПК 1.2	Устный опрос, практические занятия		
Раздел 3. Чтение и выполнение чертежей по профессии				
Тема 3.1. Выполнение работ с элементами профессиональной направленности	31-34 У 1-2 ОК 01, ОК 02, ПК 1.1 ПК 1.2	Устный опрос, практические занятия тестирование		

3.1.1. Методы и критерии оценивания

1. Устный опрос. Критерии оценивания.

Оценка 5 «отлично» - ответил на вопросы в объеме лекционного и дополнительного материала, дал полные грамотные ответы на все дополнительные вопросы.

Оценка 4 «хорошо» - грамотно изложил ответы на вопросы, но содержание и формулировки имеют отдельные неточности (допускается нечеткая формулировка определений), в полной мере ответил на заданные дополнительные вопросы.

Оценка 3 «удовлетворительно» - ответил на часть вопросов в объеме лекционного материала и ответил на часть дополнительных вопросов.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - допустил ошибки в определении базовых понятий, искажил их смысл, не ответил на дополнительные вопросы.

2. Тестовое задание. Критерии оценивания.

Оценка 5 «отлично» - правильно выполнено 85 – 100 % заданий.

Оценка 4 «хорошо» - правильно выполнено 70 – 84 % заданий.

Оценка 3 «удовлетворительно» правильно выполнено 55 – 69 % заданий.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - правильно выполнено 1 – 54 % заданий.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы позволяет получить недостаточно результатов в соответствии с поставленной целью.

3. Практическая работа. Критерии оценивания.

Оценка 5 «отлично» - работа выполнена в полном объеме, с соблюдением алгоритма выполнения: последовательности проведения измерений, заполнения таблиц, графиков и др.; правильно и аккуратно выполнены все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; получены результаты в соответствии с поставленной целью.

Оценка 4 «хорошо»- выполнены требования к отметке «5», но были допущены два-три недочета; не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка 3 «удовлетворительно» - работа выполнена не в полном объеме, но объем выполненной части работы позволяет получить часть результатов в соответствии с поставленной целью.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет получить никаких результатов в соответствии с поставленной целью.

4. КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Дифференцированный зачёт

1. Форма проведения: устное (собеседование), письменная (выполнение чертежей).

2. Условия выполнения

Время выполнения задания: 45 минут

Оборудование учебного кабинета: чертежные инструменты и принадлежности (приобретаются студентом): ватман формата А4 (1 лист), карандаши, карандашный ластик, линейка, угольники, транспортир, циркуль, заточка для карандашей.

Технические средства обучения: не используются

Информационные источники: не допускаются.

Требования охраны труда: выполнение норм санитарного законодательства

3. Пакет материалов для проведения дифференцированного зачёта

1. Перечень тем, контролируемых в ходе промежуточной аттестации.

Раздел 1. Общие сведения о техническом черчении

Раздел 2. Геометрические построения

Раздел 3. Чтение и выполнение чертежей по профессии

1 Устное собеседование.

1. Какова роль черчения в современной технике и промышленности? Какие стандарты (ГОСТы) регламентируют оформление чертежей и почему их соблюдение обязательно?

2. Вам необходимо разделить отрезок на 7 равных частей при помощи линейки и циркуля. Опишите алгоритм ваших действий. Где в вашей профессии может пригодиться это умение?

3. Объясните разницу между прямоугольной изометрией и фронтальной диметрией. В каком случае предпочтительнее использовать тот или иной вид аксонометрии для наглядного изображения детали?

4. Перед вами сложная полая деталь. Объясните, чем отличается простое сечение от разреза. Какой тип разреза (фронтальный, профильный, горизонтальный или ступенчатый) вы выберете, чтобы показать внутреннее устройство детали, имеющей несколько отверстий на разных уровнях?

5. Перечислите основной состав рабочего чертежа детали. Какие размеры называются справочными и как они обозначаются на чертеже?

6. В чем принципиальное отличие сборочного чертежа от рабочего чертежа детали? Что такое спецификация и как она связана со сборочным чертежом?

7. На сборочном чертеже вы видите несколько соприкасающихся деталей. Как правила оформления сборочных чертежей предписывают показывать штриховку смежных деталей? Что такое «позиции» и как они наносятся на чертеж?

8. Какие типы схем вы знаете (кинематические, гидравлические, электрические)? Расскажите об условных обозначениях на примере простой кинематической схемы (как обозначаются валы, подшипники, муфты)?

9. Посмотрите на этот чертеж [здесь экзаменатор дает простую деталь, например, «Втулка» или «Вал»]. Прочитайте его: расскажите, из какой формы состоит деталь, какие на ней есть конструктивные элементы (фаски, проточки, отверстия), укажите главный вид и объясните, зачем даны дополнительные виды или разрезы.

10. Представьте, что при изготовлении детали по рабочему чертежу мы получили брак: несовпадение отверстий. Перечислите, какие ошибки, допущенные при выполнении или чтении чертежа, могли к этому привести (например, ошибка в простановке размеров, неверная база, непонимание допусков и посадок)?

2. Графическая работа (по вариантам). «Построение комплексного чертежа модели по аксонометрической проекции»

Задание: на формате А4 вычертить согласно своему варианту 3 вида детали. Порядок выполнения работы:

1. Проанализировать геометрическую форму детали, определить главный вид.

2. Вычертить главный вид

3. В проекционной связи, согласно правилам ортогонального проецирования вычертить вид сверху.

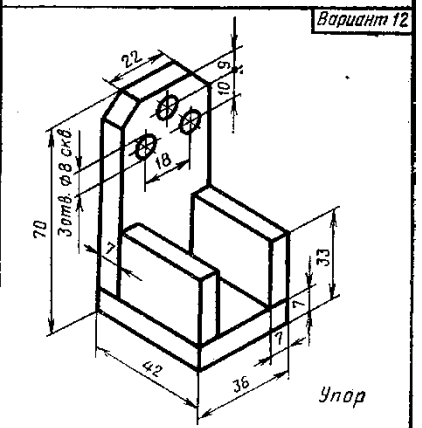
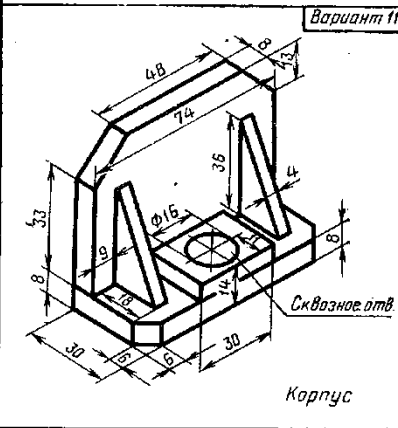
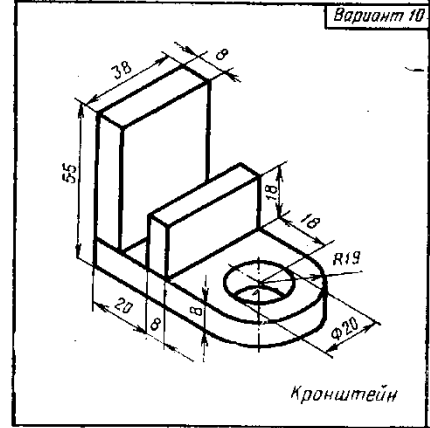
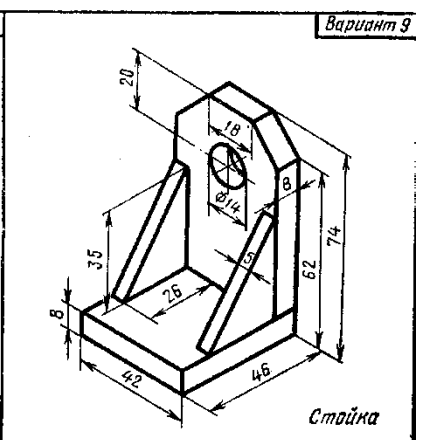
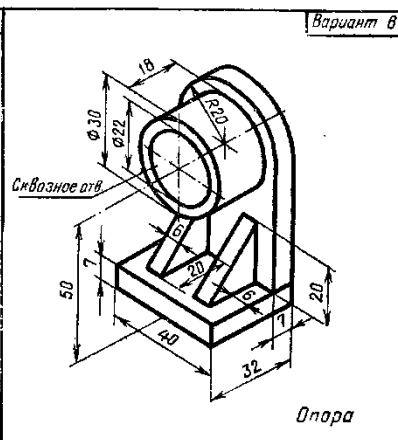
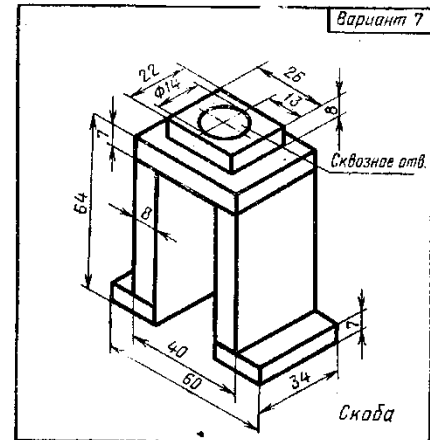
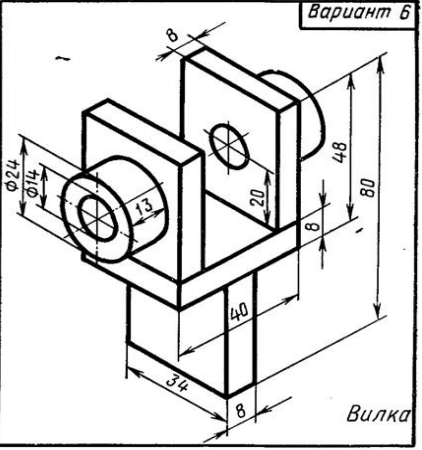
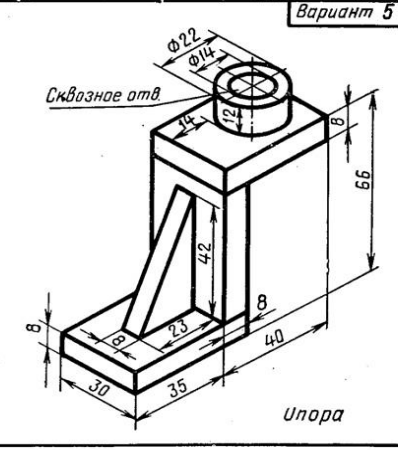
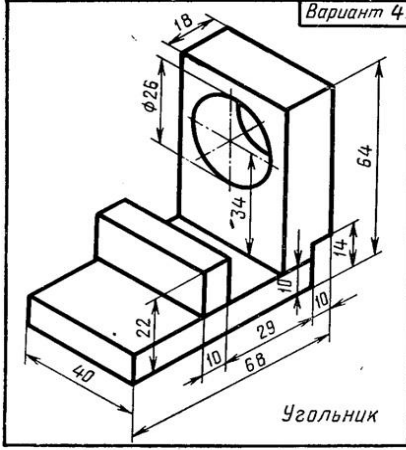
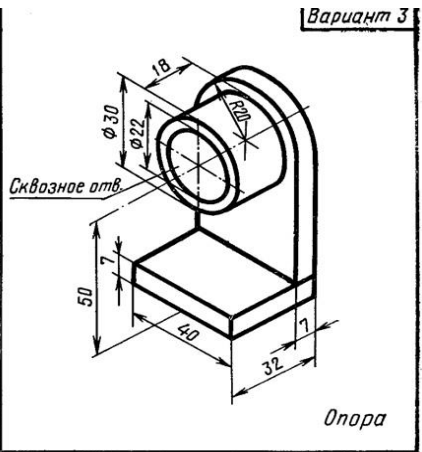
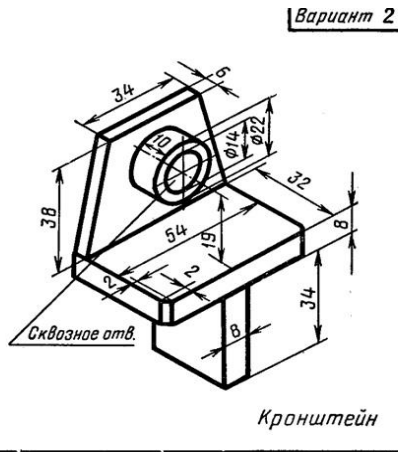
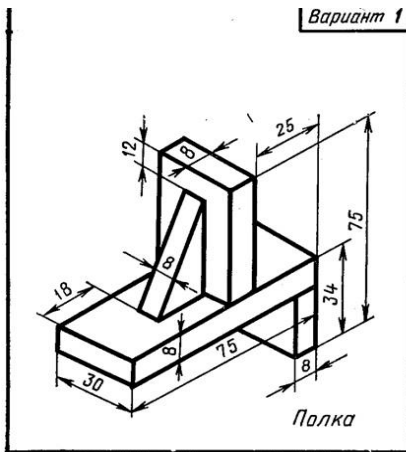
4. Вычертить вид слева.

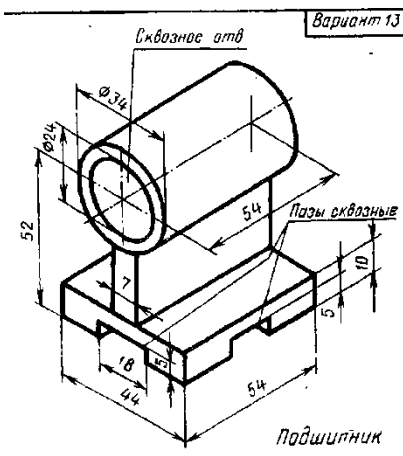
5. Нанести необходимые размеры.

6. Проверить чертеж

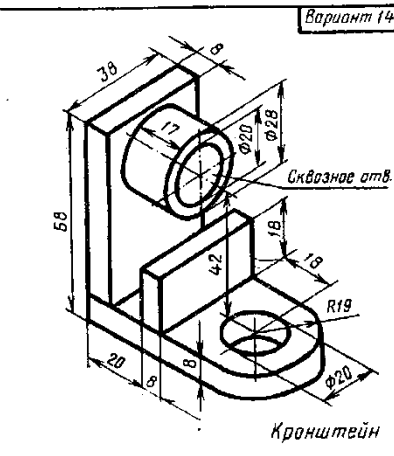
7. Выполнить обводку, заполнить основную надпись.

Варианты задания

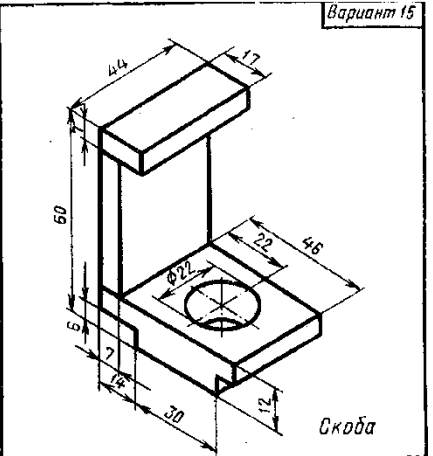




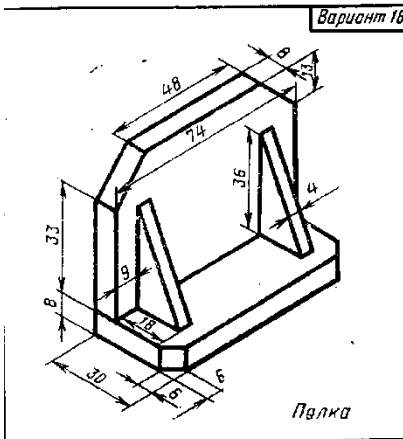
Вариант 13



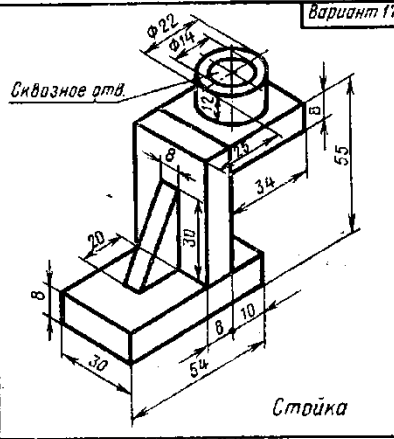
Вариант 14



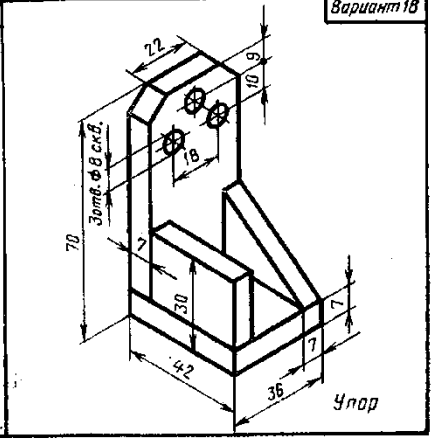
Вариант 15



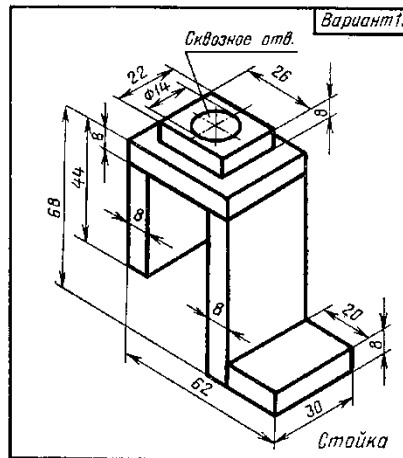
Вариант 16



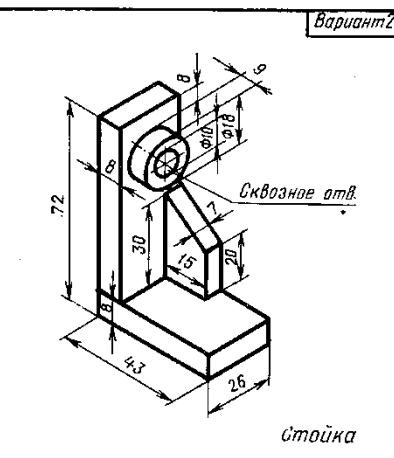
Вариант 17



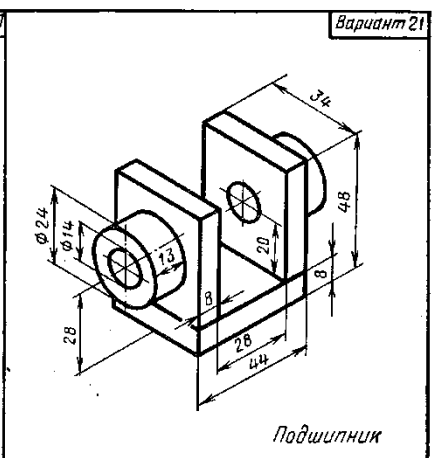
Вариант 18



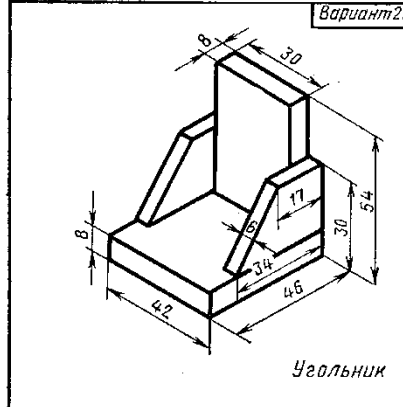
Вариант 19



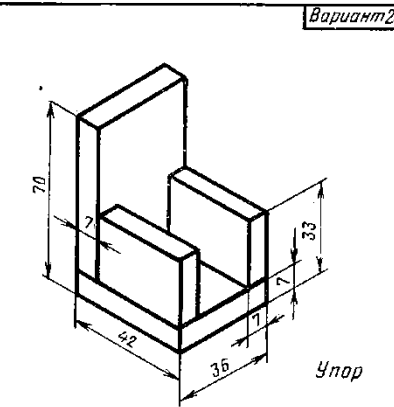
Вариант 20



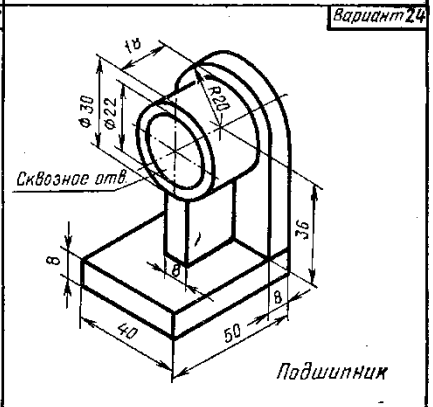
Вариант 21



Вариант 22



Вариант 23

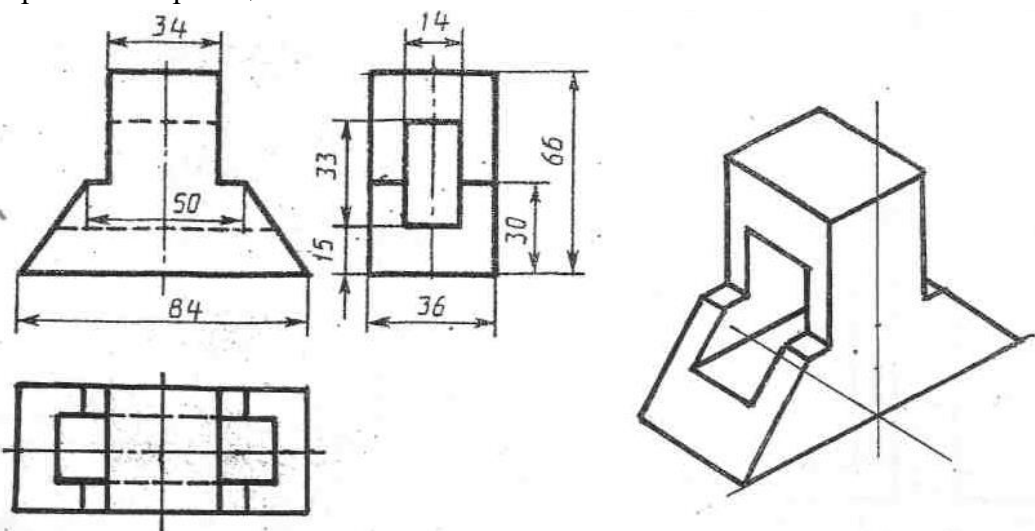


Вариант 24

профессиональной деятельности. ПК 1.2	информационных технологий для реализации профессиональной деятельности.
Знать:	
<p>3.1 Основные правила чтения конструкторской документации.</p> <p>3.2 Общие сведения о сборочных чертежах. Перечисление общих сведений о сборочных чертежах</p> <p>3.3 Основы машиностроительного черчения</p> <p>3.4 Требование единой системы конструкторской документации</p>	<p>Знание основных правил чтения конструкторской документации.</p> <p>Перечисление общих сведений о сборочных чертежах.</p> <p>Перечисление основных видов чертежей, форматов, масштабов, линий, используемых при выполнении чертежа, размеров чертёжных шрифтов, правил нанесения размерных чисел на чертеже,</p> <p>правил вычерчивания контуров плоской детали, используемых при выполнении чертежа согласно ГОСТ.</p> <p>Перечисление видов проецирования, плоскостей проекций;</p> <p>Перечисление последовательности проецирования точки, прямой, геометрических тел, моделей на комплексном чертеже;</p> <p>Перечисление, видов разрезов, сечений, видов сварных соединений на чертежах.</p> <p>Перечисление назначений Единой системы конструкторской документации</p> <p>Перечисление стандартов входящих в ЕСКД.</p> <p>Перечисление требований к выполнению и составлению чертежей.</p>

4.Эталоны ответов

Пример выполнения графической работы «Построение комплексного чертежа модели по аксонометрической проекции».



Критерии оценки ответов

Оценка 5 «отлично». Даны правильные ответы на все вопросы собеседования. Работа выполнена в полном объеме, аккуратно. Графические навыки на высоком уровне. Выбор главного вида и количество изображений позволяют однозначно представить форму сборочного узла. Присоединительные и габаритные размеры нанесены на соответствующих изображениях и в соответствии с требованиями ГОСТ.

Оценка 4 «хорошо». Даны правильные ответы на все вопросы собеседования. Работа выполнена в полном объеме. Графические навыки недостаточно четкие. На изображении есть незначительные отступления от стандарта. Неточность в обозначении сварного шва и нанесении размеров.

Оценка 3 «удовлетворительно». Даны правильные ответы на все вопросы собеседования. Работа выполнена не в полном объеме, графика не аккуратная. Количество изображений не дают полное представления о форме сварного узла.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - Даны не все ответы на вопросы собеседования. Работа не закончена. Имеются грубые ошибки в изображениях. Размеры нанесены не на тех изображениях и в несоответствии со стандартом.

5.Раздаточные материалы: Карточки по вариантам

6.Зачетная ведомость

МИНИСТЕРСТВО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
И ЗАНЯТОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

**краевое государственное автономное
профессиональное образовательное учреждение
«Дальнегорский индустриально-технологический колледж»**

**КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ОП.02. Основы электротехники

программа подготовки квалифицированных рабочих, служащих

код профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки(наплавки))

Дальнегорск, 2025 год

Комплект контрольно-оценочных средств разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии СПО 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)), рабочей программы учебной дисциплины ОП.02. Основы электротехники

Разработчики:

Организация-разработчик: КГА ПОУ «ДИТК»

Разработчик: Лазарева Юлия Ромуальдовна, преподаватель

ОДОБРЕН

цикловой методической комиссией

Протокол № 1

от «5» сентября 2025 г.

Председатель Гаврикова Е.Ю.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств
2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке
3. Оценка освоения учебной дисциплины
 - 3.1. Контроль и оценка освоения учебной дисциплины по темам
 - 3.1.1 Методы и критерии оценивания
4. Контрольно-оценочные средства для проведения промежуточной аттестации
 - 4.1. Пакет материалов
 - 4.2. Критерии оценки

1. ПАСПОРТ КОМПЛЕКТА КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

В результате освоения учебной дисциплины «Основы электротехники» обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС по профессии СПО 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки(наплавки) следующими умениями, знаниями, которые формируют профессиональные и общие компетенции.

Обучающийся должен знать:

31	основные понятия о постоянном и переменном электрическом токе, последовательное и параллельное соединение проводников и источников тока, единицы измерения силы тока, напряжения, мощности электрического тока, сопротивления проводников, электрических и магнитных полей
32	сущность и методы измерений электрических величин, конструктивные и технические характеристики измерительных приборов
33	типы и правила графического изображения и составления электрических схем
34	условные обозначения электротехнических приборов и электрических машин
35	основные элементы электрических сетей
36	принципы действия, устройство, основные характеристики электроизмерительных приборов, электрических машин, аппаратуры управления и защиты, схемы электроснабжения
37	правила сращивания, спайки и изоляции проводов
38	правила техники безопасности при работе с электрическими приборами

Обучающийся должен уметь:

У1	производить контроль параметров работы электрооборудования
У2	пускать и останавливать электродвигатели, установленные на эксплуатируемом оборудовании
У3	рассчитывать параметры, составлять и собирать схемы включения приборов при измерении различных электрических величин, электрических машин и механизмов
У 4	снимать показания работы и пользоваться электрооборудованием с соблюдением норм техники безопасности и правил эксплуатации
У 5	читать принципиальные, электрические и монтажные схемы
У 6	проводить сращивание, спайку и изоляцию проводов и контролировать качество выполняемых работ

Формируемые ОК:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

Формируемые ПК:

ПК 2.2 Настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом.

ПК 3.1 Настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением

Формой промежуточной аттестации по учебной дисциплине ОП.02. Основы электротехники является дифференцированный зачёт.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ПРОВЕРКЕ

В результате аттестации по учебной дисциплине осуществляется комплексная проверка следующих умений и знаний, а также динамика формирования общих и профессиональных компетенций: Таблица 1

Результаты обучения: умения, знания и общие компетенции	Показатели оценки результата
Уметь:	
<p>У:1. читать структурные, монтажные и простые принципиальные электрические схемы;</p> <p>ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;</p> <p>ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;</p> <p>ПК 2.2 Настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом.</p>	<p>Демонстрирует умения:</p> <p>-читать структурные, монтажные и простые принципиальные электрические схемы;</p> <p>-демонстрирует навыки чтения чертежей средней сложности и сложных сварных металлоконструкций;</p> <p>-умеет использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;</p> <p>выбирает способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;</p> <p>использует современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;</p> <p>настраивает сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом.</p>
<p>У:2. рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей</p> <p>ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;</p> <p>ПК 2.2 Настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом.</p>	<p>-расчитывает и измеряет основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей;</p> <p>-демонстрирует навыки чтения чертежей средней сложности и сложных сварных металлоконструкций;</p> <p>использует современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;</p> <p>настраивает сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом.</p>

<p>У:3 использовать в работе электроизмерительные приборы</p> <p>У 4 снимать показания работы и пользоваться электрооборудованием с соблюдением норм техники безопасности и правил эксплуатации</p> <p>ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;</p> <p>ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.</p> <p>ПК 2.2 Настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом.</p>	<p>демонстрирует навыки эксплуатации электрооборудования с соблюдением норм техники безопасности и правил эксплуатации;</p> <p>снимает показания работы и пользуется электрооборудованием с соблюдением норм техники безопасности и правил эксплуатации;</p> <p>выбирает способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;</p> <p>содействует сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.</p> <p>настраивает сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом.</p>
<p>У 5 читать принципиальные, электрические и монтажные схемы</p> <p>У 6 проводить сращивание, спайку и изоляцию проводов и контролировать качество выполняемых работ</p> <p>ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;</p> <p>ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;</p> <p>ПК 3.1 Настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением</p>	<p>читает принципиальные, электрические и монтажные схемы</p> <p>проводит сращивание, спайку и изоляцию проводов и контролирует качество выполняемых работ;</p> <p>выбирает способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;</p> <p>использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;</p> <p>настраивает сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением</p>
<p>Знать:</p>	
<p>31</p> <p>основные понятия о постоянном и переменном электрическом токе, последовательное и параллельное соединение проводников и источников тока, единицы измерения силы тока, напряжения, мощности электрического тока, сопротивления проводников, электрических и магнитных полей</p> <p>32</p> <p>сущность и методы измерений электрических величин, конструктивные и</p>	<p>основные понятия о постоянном и переменном электрическом токе, последовательное и параллельное соединение проводников и источников тока, единицы измерения силы тока, напряжения, мощности электрического тока, сопротивления проводников, электрических и магнитных полей</p> <p>сущность и методы измерений электрических величин, конструктивные и технические характеристики измерительных приборов</p>

<p>технические характеристики измерительных приборов</p> <p>33 типы и правила графического изображения и составления электрических схем</p> <p>34 условные обозначения электротехнических приборов и электрических машин</p> <p>35 основные элементы электрических сетей</p> <p>36 принципы действия, устройство, основные характеристики электроизмерительных приборов, электрических машин, аппаратуры управления и защиты, схемы электроснабжения</p> <p>37 правила сращивания, спайки и изоляции проводов</p> <p>38 правила техники безопасности при работе с электрическими приборами</p>	<p>типы и правила графического изображения и составления электрических схем</p> <p>условные обозначения электротехнических приборов и электрических машин</p> <p>основные элементы электрических сетей</p> <p>принципы действия, устройство, основные характеристики электроизмерительных приборов, электрических машин, аппаратуры управления и защиты, схемы электроснабжения</p> <p>правила сращивания, спайки и изоляции проводов</p> <p>правила техники безопасности при работе с электрическими приборами</p>
--	---

3. ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Контроль и оценка освоения учебной дисциплины по темам Таблица 2

Элемент учебной дисциплины	Формы и методы контроля			
	Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
	Осваиваемые результаты	Метод контроля	Проверяемые результаты	Форма контроля
Тема 1 Электрические цепи постоянного тока	У: 1-2 З: 1-3 ОК 01, ОК 02, ОК 07 ПК 2.2 ПК 3.1	Устный опрос, практическая работа	У: 1-3,5 З: 1-8 ОК: 2 ПК: 2.2	Дифференцированный зачёт 1 семестр
Тема 2 Трёхфазные электрические цепи	У: 3 З: 1-4 ОК 01, ОК 02, ОК 07 ПК 2.2 ПК 3.1	тестирование, практическая работа		
Тема 3. Электроизмерительные приборы	У: 1-4 З: 1-6 ОК 01, ОК 02, ОК 07 ПК 2.2 ПК 3.1	Устный опрос, практическая работа		
Тема 4 Трансформаторы	У: 1-5 З: 1-7 ОК 01, ОК 02, ОК 07	тестирование, практическая работа		

	ПК 2.2 ПК 3.1			
Тема 5 Электронные приборы	У: 5-6 З: 6,7,8 ОК 01, ОК 02, ОК 07 ПК 2.2 ПК 3.1	тестирование, практическая работа		

3.1.1 Методы и критерии оценивания

1. Устный опрос. Критерии оценивания.

Оценка 5 «отлично» - ответил на вопросы в объеме лекционного и дополнительного материала, дал полные грамотные ответы на все дополнительные вопросы.

Оценка 4 «хорошо» - грамотно изложил ответы на вопросы, но содержание и формулировки имеют отдельные неточности (допускается нечеткая формулировка определений), в полной мере ответил на заданные дополнительные вопросы.

Оценка 3 «удовлетворительно» - ответил на часть вопросов в объеме лекционного материала и ответил на часть дополнительных вопросов.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - допустил ошибки в определении базовых понятий, искажил их смысл, не ответил на дополнительные вопросы.

2. Тестовое задание. Критерии оценивания.

Оценка 5 «отлично» - правильно выполнено 85 – 100 % заданий.

Оценка 4 «хорошо» - правильно выполнено 70 – 84 % заданий.

Оценка 3 «удовлетворительно» правильно выполнено 55 – 69 % заданий.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - правильно выполнено 1 – 54 % заданий.

3. Практическая работа. Критерии оценивания.

Оценка «5» - работа выполнена в полном объеме, с соблюдением алгоритма выполнения: последовательности проведения измерений, заполнения таблиц, графиков и др.; правильно и аккуратно выполнены все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; получены результаты в соответствии с поставленной целью.

Оценка «4» - выполнены требования к отметке «5», но были допущены два-три недочета; не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка «3» - работа выполнена не в полном объеме, но объем выполненной части работы позволяет получить часть результатов в соответствии с поставленной целью.

Оценка «2» - работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет получить никаких результатов в соответствии с поставленной целью.

4. КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Дифференцированный зачет

1. Форма проведения: компьютерное тестирование.

2. Условия выполнения

Время выполнения задания: 45 минут

Оборудование учебного кабинета: посадочные места по числу обучающихся.

Технические средства обучения: персональные компьютеры; видеоматериалы.

Информационные источники:

1. Зайцев В.Е., Нестерова Т.А. Электротехника, электроснабжение, электротехнология и электрооборудование/Зайцев В.Е., – Москва изд. Центр: «Академия» 7-е издание 2019–135с.
 2. Петленко Б.И., Ю.М. Иньков. Электротехника и электроника: учебник для студ.учреждений сред. проф.образования/Б.И. Петленко, Ю.М. Иньков и др. –М: Издательский центр «Академия», 2019–368с.
 3. Прошин В.М. Лабораторно-практические работы по электротехнике. (2+3-изд., стер.) Уч. пос. СПО."Академия", 2019.
 4. Синдеев Ю.Г. Электротехника с основами электроники: учебное пособие для учащихся профессиональных училищ и колледжей/Ю.Г. Синдеев–Ростов-на-Дону: Феникс, 2018.-384с.
 5. Шихин А.Я. Электротехника. /А.Я. Шихин., - Москва: «Высшая школа», 2020–200с.
- Требования охраны труда:инструктаж по технике безопасности в аудитории, соблюдение СанПин.

3.Пакет материалов для проведения дифференцированного зачёта

1.Перечень тем, контролируемых в ходе промежуточной аттестации.

Тема 1 Электрические цепи постоянного тока

Тема 2 Трёхфазные электрические цепи

Тема 3. Электроизмерительные приборы

Тема 4 Трансформаторы

Тема 5 Электронные приборы

2.Задания.

2.1 Тест (части А и В)

2.2. Практико-ориентированные задачи (часть С).

Оценка запланированных результатов по учебной дисциплине

Результаты обучения: умения, знания и общие компетенции	Показатели оценки результата
Уметь:	
У:1. читать структурные, монтажные и простые принципиальные электрические схемы; ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности; ПК 2.2 Настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом.	Демонстрирует умения: -читать структурные, монтажные и простые принципиальные электрические схемы; -умеет использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности; выбирает способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам; использует современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности; настраивает сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки)

	плавящимся покрытым электродом.
<p>У:2. рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей</p> <p>ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;</p> <p>ПК 2.2 Настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом.</p>	<p>-рассчитывает и измеряет основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей;</p> <p>-демонстрирует навыки чтения чертежей средней сложности и сложных сварных металлоконструкций;</p> <p>использует современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;</p> <p>настраивает сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом.</p>
<p>У:3 использовать в работе электроизмерительные приборы</p> <p>У 4 снимать показания работы и пользоваться электрооборудованием с соблюдением норм техники безопасности и правил эксплуатации</p> <p>ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;</p> <p>ПК 2.2 Настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом.</p>	<p>демонстрирует навыки эксплуатации электрооборудования с соблюдением норм техники безопасности и правил эксплуатации;</p> <p>снимает показания работы и пользуется электрооборудованием с соблюдением норм техники безопасности и правил эксплуатации;</p> <p>выбирает способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;</p> <p>настраивает сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом.</p>
<p>У 5 читать принципиальные, электрические и монтажные схемы</p> <p>ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;</p>	<p>читает принципиальные, электрические и монтажные схемы</p> <p>использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;</p>
Знать:	
<p>31 основные понятия о постоянном и переменном электрическом токе, последовательное и параллельное соединение проводников и источников тока, единицы измерения силы тока, напряжения, мощности электрического тока, сопротивления проводников, электрических и магнитных полей</p> <p>32 сущность и методы измерений электрических величин, конструктивные и</p>	<p>основные понятия о постоянном и переменном электрическом токе, последовательное и параллельное соединение проводников и источников тока, единицы измерения силы тока, напряжения, мощности электрического тока, сопротивления проводников, электрических и магнитных полей</p> <p>сущность и методы измерений электрических величин, конструктивные и измерительных приборов</p>

технические характеристики измерительных приборов	характеристики	типы и правила графического изображения и составления электрических схем
33 типы и правила графического изображения и составления электрических схем		условные обозначения электротехнических приборов и электрических машин
34 условные обозначения электротехнических приборов и электрических машин	обозначения	основные элементы электрических сетей
35 основные элементы электрических сетей		принципы действия, устройство, основные характеристики электроизмерительных приборов, электрических машин, аппаратуры управления и защиты, схемы электроснабжения
36 принципы действия, устройство, основные характеристики электроизмерительных приборов, электрических машин, аппаратуры управления и защиты, схемы электроснабжения	характеристики	правила сращивания, спайки и изоляции проводов
37 правила сращивания, спайки и изоляции проводов		правила техники безопасности при работе с электрическими приборами
38 правила техники безопасности при работе с электрическими приборами		

Примерный КИМ по дифференцированному зачёту
БЛОК А. Собеседование с обоснованием выбора ответа

1. Для создания вращающегося магнитного поля в асинхронных электродвигателях служит:
 - а) статор; б) ротор; в) главный полюс.
2. Начала и концы фазных обмоток статора подключаются:
 - а) к зажимам колодки на корпусе;
 - б) контактными кольцами;
 - в) пластинам коллектора.
3. Косинус φ ($\cos \varphi$) асинхронного двигателя определяет:
 - а) коэффициент полезного действия (кпд) двигателя;
 - б) коэффициент кратности пускового тока двигателя;
 - в) коэффициент мощности двигателя.
4. Обмотка ротора, выполненная по типу беличьего колеса, называется:
 - а) фазной; б) якорной; в) короткозамкнутой.
5. Частота вращения магнитного поля зависит от:
 - а) частоты вращения ротора;
 - б) частоты тока в сети;
 - в) числа витков обмотки статора.
6. Реверсирование асинхронного двигателя осуществляется:
 - а) изменением порядка чередования фаз;
 - б) включением пускового реостата;
 - в) изменением числа пар полюсов магнитного поля статора.
7. Какое действие нужно предпринять для резкой остановки вращения вала асинхронного двигателя после нажатия на кнопку «Стоп»?
 - а) подать постоянное напряжение на статорные обмотки двигателя;
 - б) произвести остановку двигателя противовключением;

- в) оба действия верны.
8. Найдите неверное утверждение относительно магнитного поля ротора асинхронного двигателя.
- а) скорость магнитного поля ротора зависит от скорости ротора;
 - б) магнитное поле ротора вращается быстрее, чем ротор;
 - в) скорость поля ротора равна скорости поля статора.
9. При каком способе пуска увеличивается пусковой момент асинхронного двигателя?
- а) с сопротивлением в цепи статора;
 - б) с сопротивлением в цепи ротора;
 - в) при автотрансформаторном пуске.
10. Принцип действия трехфазного асинхронного двигателя основан на:
- а) взаимодействии вращающегося магнитного поля статора с током ротора;
 - б) взаимодействии вращающегося магнитного поля статора с общим магнитным полем ротора;
 - в) взаимодействии магнитного поля статора с током ротора.
11. Укажите основные недостатки трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором при прямом пуске в ход.
- а) малый пусковой момент;
 - б) большой пусковой ток;
 - в) оба определения верны.
12. У большинства электрических машин переменного тока сердечник статора:
- а) собран из изолированных листов электротехнической стали толщиной 1 мм;
 - б) отливают массивным из магнитной стали или чугуна;
 - в) собран из изолированных листов электротехнической стали толщиной 0,5 мм.
13. Нагрузка на валу трехфазного асинхронного двигателя составляет 90% от номинальной. При обрыве одной фазы (например, сгорел предохранитель):
- а) частота вращения не изменится;
 - б) частота вращения немного уменьшится, если защита не отключит двигатель, то через несколько секунд обмотка статора будет повреждена вследствие перегрева изоляции;
 - в) частота вращения незначительно уменьшится, защита отключит двигатель от сети, и он остановится.
14. Основной недостаток прямого пуска мощных асинхронных двигателей:
- а) очень большой пусковой момент, возможно повреждение рабочего механизма;
 - б) двигатель не запускается под нагрузкой;
 - в) большой пусковой ток и значительные потери мощности в питающей сети.
15. При включении обмотки статора в сеть ротор трехфазного асинхронного двигателя начинает вращаться, а ротор однофазного асинхронного двигателя остается неподвижным вследствие того, что:
- а) трехфазная обмотка статора образует в машине неподвижное магнитное поле, а однофазная – вращающееся;
 - б) конструкция обмоток ротора этих двигателей различна;
 - в) потребляемая обмоткой статора из сети мощность у однофазного двигателя меньше, чем у трехфазного.

Вариант 2

1. Если ротор вращается в одну сторону, а магнитное поле в противоположную, то асинхронная машина работает в режиме:

- а) двигателя;
 - б) генератора;
 - в) тормоза.
2. Найдите неверное утверждение относительно магнитного поля статора:
- а) магнитное поле статора вращается быстрее ротора;
 - б) с увеличением нагрузки на валу скорость поля уменьшается;
 - в) чем больше полюсов у магнитного поля, тем медленнее оно вращается.
3. Принцип действия трехфазного асинхронного двигателя основан на:
- а) взаимодействии вращающегося магнитного поля статора с током ротора;
 - б) взаимодействии вращающегося магнитного поля статора с общим магнитным полем ротора;
 - в) взаимодействии магнитного поля статора с током ротора.
4. Для получения вращающегося магнитного поля в цепь статора однофазного асинхронного двигателя включают:
- а) пусковой реостат и конденсатор;
 - б) автотрансформатор и конденсатор;
 - в) пусковую обмотку и конденсатор.
5. Электрическое торможение двигателя осуществляется:
- а) противовключением;
 - б) переключением со «звезды» на «треугольник»;
 - в) включением реостатов.
6. Асинхронной машине принадлежат узлы:
- а) статор с трехфазной обмоткой, якорь с коллектором;
 - б) статор с трехфазной обмоткой, явнополюсный ротор с двумя контактными кольцами;
 - в) статор с трехфазной обмоткой, ротор с короткозамкнутой обмоткой, ротор с трехфазной обмоткой и тремя контактными кольцами.
7. Можно ли плавно и в широких пределах регулировать частоту вращения асинхронного электродвигателя меняя частоту тока?
- а) можно;
 - б) нельзя;
 - в) можно, но требуется специальный преобразователь частоты.
8. Почему номинальный момент асинхронного двигателя при введении реостата в фазный ротор уменьшается при том же скольжении?
- а) увеличивается индуктивное сопротивление ротора;
 - б) уменьшается активная составляющая роторного тока;
 - в) увеличивается активное сопротивление ротора.
9. Найти неверное утверждение относительно устройства асинхронного двигателя с фазным ротором:
- а) через щетки к ротору подводится напряжение;
 - б) к кольцам прижимаются щетки;
 - в) концы обмоток ротора присоединяются к кольцам, укрепленным на валу.
10. Как изменится частота вращения магнитного поля при увеличении пар полюсов асинхронного трехфазного двигателя?
- а) увеличится;
 - б) уменьшится;
 - в) останется прежней.

11. Асинхронный двигатель имеет
- а. абсолютно мягкую механическую характеристику;
 - б. жесткую механическую характеристику;
 - в. абсолютно жесткую механическую характеристику.
12. Направление вращения магнитного поля статора асинхронного двигателя зависит от
- а. величины подводимого напряжения;
 - б. частоты питающей сети;
 - в. порядка чередования фаз обмотки статора.
13. Как можно плавно регулировать в широких пределах частоту вращения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором?
- а. изменением числа пар полюсов вращающегося магнитного поля статора;
 - б. изменением сопротивления обмотки ротора;
 - в. изменением частоты питающего напряжения.
14. Что нужно сделать, чтобы изменить направление вращения трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором
- а) изменить схему соединения роторной обмотки;
 - б) изменить схемы соединения статорной и роторной обмоток;
 - в) поменять местами два линейных провода двигателя на клеммах трехфазной сети.
15. Фазы ротора трехфазного асинхронного двигателя включают:
- а) параллельно;
 - б) параллельно и последовательно;
 - в) последовательно.

БЛОК Б. Выберите несколько правильных ответов:

Вариант 1

1. Станина машины постоянного тока выполняет функции:
- а) магнитопровода;
 - б) основной конструкционной детали;
 - в) коллектора;
 - г) полюса.
2. Монтаж электрической машины осуществляется проводами:
- а) установочными;
 - б) контрольными;
 - в) монтажными;
 - г) обмоточными.
- 3 В чем измеряется сила тока?
- а) Омах
 - б) Вольтах
 - в) Килоамперах
 - г) амперах
4. Двигатель с фазным ротором отличается от двигателя с короткозамкнутым ротором наличием:
- а) корпуса и вентилятора;
 - б) статора и ротора;
 - в) контактных колец и щеток;

- г) станины и крыльчатки.
5. Для измерения электрического сопротивления служат:
- а) мегаомметр;
 - б) счетчики;
 - в) мультиметр;
 - г) фазометр.
6. Составляющими частями воздушных линий являются:
- а) провода;
 - б) шинопроводы;
 - в) изоляторы;
 - г) кабели.
7. К магнитным материалам относятся
- а) алюминий
 - б) железо
 - в) медь
 - г) никель
8. Амперметры и вольтметры, какой системы имеют равномерную шкалу?
- а) магнитоэлектрической;
 - б) электромагнитной;
 - в) электродинамической;
 - г) электростатической.
9. Чем отличается синхронный двигатель от асинхронного?
- а) устройством статора;
 - б) устройством ротора;
 - в) устройством обмотки;
 - г) устройством сердечника
10. Коллекторные двигатели используются:
- а) в электроприводе станков;
 - б) в стартерах автомобилей;
 - в) в холодильниках;
 - г) в устройствах электрического транспорта;

Вариант 2

1. Какой из перечисленных материалов не проявляет ферромагнитных свойств?
- а) медь;
 - б) цинк;
 - в) железо.
 - г) сталь
2. Мощность измеряется в:
- а) ваттах;
 - б) вольтах;
 - в) амперах;
 - г) мегаваттах.
3. Выберите из предложенного списка, что подлежит заземлению:
- а) металлические каркасы распределительных щитов;
 - б) арматура подвесных и штыри опорных изоляторов;
 - в) оборудование, установленное на заземленных металлических конструкциях;

- г) металлические кожухи и корпуса электроустановок.
4. Электрический ток оказывает на проводник действие:
- а) тепловое;
 - б) радиоактивное;
 - в) химическое;
 - г) магнитное.
5. Фазы ротора трехфазного асинхронного двигателя включают:
- а) звездой;
 - б) треугольником;
 - в) звездой с выведенным нулём.
6. Асинхронной машине принадлежат узлы:
- а) статор с трехфазной обмоткой;
 - б) явнополюсный ротор с двумя контактными кольцами;
 - в) ротор с короткозамкнутой обмоткой;
 - г) коллектор.
7. Может ли ротор асинхронного двигателя вращаться синхронно с магнитным полем статора.
- а) может;
 - б) может, без нагрузки;
 - в) может при низких оборотах;
 - г) может при низких частотах.
8. Как можно изменить скорость вращения асинхронного двигателя с фазным ротором?
- а) изменением напряжения;
 - б) изменением частоты тока;
 - в) изменением сопротивления в цепи ротора;
 - г) изменением направления тока.
9. Какие двигатели получили наибольшее распространение?
- а) двигатели постоянного тока;
 - б) асинхронные электродвигатели;
 - в) синхронные электродвигатели;
 - г) двигатели постоянного тока.
10. Назовите виды роторов асинхронных электродвигателей:
- а) короткозамкнутый;
 - б) явнополюсный;
 - в) фазный;
 - г) неявнополюсный

БЛОК В. Для выполнения заданий блока В необходимо решить расчетные задачи, затем из предложенных вариантов выбрать один правильный ответ.

1. Рассчитать скорость вращения вала асинхронного двигателя, если частота вращения магнитного поля статора равна 3000 об/мин, а скольжение двигателя равно 0,02.
- а) $n = 2980$ об/мин;
 - б) $n = 2960$ об/мин;
 - в) $n = 2940$ об/мин.

2. Определить для асинхронного двигателя число n оборотов в минуту вращающегося поля при частоте тока $f_1 = 50$ Гц и шестиполюсном статоре.
- а) 500 об/мин;
 - б) 1000 об/мин;
 - в) 1500 об/мин.
3. Какая максимальная скорость вращения магнитного поля статора асинхронного двигателя, включенного в сеть переменного тока промышленной частоты?
- а) 1460 об/мин;
 - б) 1500 об/мин;
 - в) 3000 об/мин .
4. Рассчитать и выбрать плавкую вставку для защиты асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором с током двигателя 15А, если кратность пускового тока равна 5,5.
- а) 20 А;
 - б) 25 А;
 - в) 45 А .
5. Определите скольжение асинхронного двигателя, если частота вращения ротора 950 об/мин., число полюсов $2P=6$.
- а) 0,01;
 - б) 0,95;
 - в) 0,05.
6. Симметричная нагрузка, соединенная звездой. Линейное напряжение 380 В. Определить фазное напряжение.
- а) 127 В;
 - б) 380 В;
 - в) 220 В.
7. Как изменится пусковой момент асинхронного двигателя при уменьшении напряжения в 2 раза?
- а) уменьшится в 4 раза;
 - б) уменьшится в 2 раза;
 - в) не изменится.
8. Число пар полюсов асинхронного двигателя увеличили в два раза. Как изменится число оборотов вала двигателя?
- а) увеличится в два раза;
 - б) уменьшится в два раза;
 - в) не изменится.
9. Три одинаковых асинхронных двигателя имеют различное номинальное скольжение: $S_{H1} = 0,08$, $S_{H2} = 0,04$, $S_{H3} = 0,06$. Определить в каком соотношении находятся их КПД η_1 , η_2 , η_3 .
- а) $\eta_1 > \eta_2 > \eta_3$;
 - б) $\eta_1 > \eta_3 > \eta_2$;
 - в) $\eta_3 > \eta_1 > \eta_2$;
10. При частоте напряжения сети $f = 50$ Гц ротор асинхронного двигателя вращается с частотой 1475 об/мин. Число полюсов машины равно:
- а) $2p=12$;

б) $2p=4$;

в) $2p=6$.

Вариант 2

1. При моменте нагрузки на валу $M_2 = 10$ Нм и частоте вращения ротора $n = 950$ об/мин полезная мощность на валу асинхронного двигателя P_2 равна:

а) 0,995 кВт;

б) 95 кВт;

в) 9500 кВт;

2. При частоте напряжения сети $f = 50$ Гц ротор двухполюсного асинхронного двигателя вращается с частотой:

а) 585 об/мин;

б) 1430 об/мин;

в) 960 об/мин.

3. Значение тока в короткозамкнутой фазе

а) определяется разностью токов всех трех последовательностей;

б) определяется разностью токов прямой и нулевой последовательностей;

в) определяется суммой токов всех трех последовательностей.

4. При частоте напряжения сети $f = 50$ Гц ротор асинхронного двигателя вращается с частотой 578 об/мин. Число полюсов машины равно:

а) $2p=10$;

б) $2p=4$;

в) $2p=6$.

5. При частоте напряжения сети $f = 50$ Гц ротор шестиполюсного асинхронного двигателя вращается с частотой:

а) 960 об/мин;

б) 478 об/мин;

в) 735 об/мин.

6. При частоте напряжения сети $f = 50$ Гц ротор шестиполюсного асинхронного двигателя вращается с частотой:

а) 960 об/мин;

б) 478 об/мин;

в) 585 об/мин.

7. Частота вращения магнитного поля асинхронного двигателя 1000 об/мин. Частота вращения ротора 950 об/мин. Определить скольжение.

а) 0,05;

б) 1,5;

в) 2,5

8. Укажите правильный ответ. Потребляемая двигателем мощность P_1 Вт, при полезной $P_2 = 400$ Вт и КПД $\eta = 0,8$:

а) 500;

б) 700;

в) 1000.

9. Укажите правильный ответ. Скольжение $S\%$ асинхронного двигателя при частоте вращения магнитного поля $n_1 = 3000$ об/мин и частоте вращения ротора $n = 2940$ об/мин:

а) 2% ;

б) 5%;

в) 10%.

10. Скорость вращения магнитного поля статора 1500 об/мин, скольжение двигателя 5%.

Определите скорость вращения вала ротора.

а) 1425 об / мин;

б) 1475 об / мин;

в) 2500 об / мин.

4. Эталоны ответов обучающихся.

Блок А.

Вариант 1: 1. – б; 2. – в; 3. – б; 4. – в; 5. – б; 6.- а; 7.– в; 8. – а; 9.- а; 10.- а; 11.-в; 12.- а; 13.- б; 14.– в; 15. – б

Блок Б.

Вариант 1: 1.-в, г; 2.-а, г; 3.-б, в; 4.-а, б, г ; 5.-б, г; 6.- а, в; 7.- б , в; 8.- а, г; 9.- в, г; 10.- б, в, г

Блок В.

Вариант 1: 1.-в; 2.-а; 3.-б; 4.-а; 5.- а; 6.- б; 7.- а; 8.-в; 9.-б; 10.-а

Критерии оценки ответов обучающихся.

Оценка «5» - даны ответы на 75 % заданий части А + 50 % заданий части Б + 50 % заданий части В

Оценка «4» - даны ответы на 75 % заданий части А + 50 % заданий части Б

Оценка «3» - даны ответы на 75 % заданий части А. Оценка 3 «удовлетворительно может быть поставлена, если обучающийся выполнил менее 60 % заданий части А любые два задания частей Б и В.

Оценка «2» - выполнено менее 75 % заданий части А. Оценка 2 «неудовлетворительно

5. Зачетная ведомость

МИНИСТЕРСТВО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
И ЗАНЯТОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

**краевое государственное автономное
профессиональное образовательное учреждение
«Дальнегорский индустриально-технологический колледж»**

**КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ОП 03 Материаловедение

подготовки квалифицированных рабочих, служащих

код профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Дальнегорск, 2025 год

Комплект контрольно-оценочных средств разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии СПО 15.01.05 «Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки) основной профессиональной образовательной программы учебной дисциплины ОП 03 «Материаловедение».

Разработчики:

Организация-разработчик: КГА ПОУ «ДИТК»

Разработчик: Барбакова Анна Владимировна, преподаватель

ОДОБРЕН

цикловой методической комиссией

Протокол № 1

от «5» сентября 2025 г.

Председатель Гаврикова Е. Ю.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств
2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке
3. Оценка освоения учебной дисциплины
 - 3.1. Контроль и оценка освоения учебной дисциплины по темам (разделам)
 - 3.1.1 Методы и критерии оценивания
4. Контрольно-оценочные средства для проведения промежуточной аттестации
 - 4.1. Пакет материалов
 - 4.2. Критерии оценки

1. ПАСПОРТ КОМПЛЕКТА КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

В результате освоения учебной дисциплины «Материаловедение» обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС по профессии СПО 15.01.05 «Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))» следующими умениями, знаниями, которые формируют профессиональную компетенцию, и общими компетенциями.

Обучающийся должен знать:

31	Наименование, маркировку, основные свойства и классификацию углеродистых и конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов, а также полимерных материалов (в том числе пластмасс, полиэтилена, полипропилена).
32	Правила применения охлаждающих и смазывающих материалов
33	Механические испытания образцов материалов.

Обучающийся должен уметь:

У 1	пользоваться справочными таблицами для определения свойств материалов;
У 2	выбирать материалы для осуществления профессиональной деятельности

Формируемые ОК:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;

Формируемые ПК:

ПК 1.4 Проводить подготовку элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистку сварных швов и удаление поверхностных дефектов после сварки с использованием ручного и механизированного инструмента

ПК 2.1 Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом.

Формой промежуточной аттестации по учебной дисциплине является: дифференцированный зачет.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ПРОВЕРКЕ

В результате освоения учебной дисциплины «Основы материаловедения» обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС по профессии СПО 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)) следующими умениями, знаниями, которые формируют профессиональную компетенцию, и общими компетенциями

Результаты обучения: умения, знания и общие компетенции	Показатели оценки результата
Уметь:	
У 1. - Пользоваться справочными таблицами для определения свойств материалов.	Пользуется информационными материалами, находит нужную информацию
ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять	Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях.

<p>к ней устойчивый интерес</p> <p>ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.</p> <p>ПК 1.4 Проводить подготовку элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистку сварных швов и удаление поверхностных дефектов после сварки с использованием ручного и механизированного инструмента</p>	<p>Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии.</p> <p>Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности.</p> <p>Проводит подготовку элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистку сварных швов и удаление поверхностных дефектов после сварки с использованием ручного и механизированного инструмента</p>
<p>У 2. Выбирать материалы для осуществления профессиональной деятельности.</p> <p>ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес</p> <p>ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.</p> <p>ПК 2.1 Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом.</p>	<p>Выбирает нужный материал по справочным таблицам для определения основных характеристик и свойств материалов.</p> <p>Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях.</p> <p>Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии.</p> <p>Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности.</p> <p>Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом.</p>
<p>Знать:</p>	
<p>31 Наименование, маркировку, основные свойства и классификацию углеродистых конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов, а также полимерных материалов (в том числе пластмасс, полиэтилена, полипропилена).</p> <p>32 Правила применения охлаждающих и смазывающих материалов</p> <p>33 Механические испытания образцов материалов.</p>	<p>Знает расшифровку углеродистых конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов, полимерных материалов их наименование, маркировку, основные свойства и классификацию.</p> <p>Знает назначение и применение охлаждающих и смазывающих материалов.</p> <p>Знает механические испытания образцов материалов на растяжение, изгиб, испытание на твердость.</p>

3.ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Контроль и оценка освоения учебной дисциплины по темам (разделам)

Элемент учебной дисциплины	Формы и методы контроля			
	Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
	Осваиваемые результаты	Метод контроля	Проверяемые результаты	Форма контроля
Раздел 1. Общие сведения о металлических материалах				
Тема 1.1. Введение в курс материаловедения	У 1-2 31- 33 ОК 01, ОК 02, ПК 1.4 ПК 2.1	Устный опрос, практические занятия	31, 33 У 1-2 ОК2, ПК 1.4	1 семестр дифференцированный зачёт
Тема 1.2. Основные сведения о строении, свойствах, методах испытания металлических материалов	31-33 У 1-2 ОК 01, ОК 02, ПК 1.4 ПК 2.1	Устный опрос, практические занятия		
Тема 1.3. Основные сведения из истории сплавов	31-33 У 1-2 ОК 01, ОК 02, ПК 1.4 ПК 2.1	Устный опрос, практические занятия, самостоятельная работа		
Тема 1.4. Цветные металлы и их сплавы	31-33 У 1-2 ОК 01, ОК 02, ПК 1.4 ПК 2.1	Устный опрос, практические занятия, самостоятельная работа		
Раздел 2. Основные сведения о черных металлах				
Тема 2.1. Чугуны	31-3 3 У 1-2 ОК 01, ОК 02, ПК 1.4 ПК 2.1	Устный опрос, практические занятия		
Тема 2.2. Стали	31- 33 У 1-2 ОК 01, ОК 02, ПК 1.4 ПК 2.1	Устный опрос, практические занятия		
Раздел 3. Основные способы обработки металлов и сплавов				
Тема 3.1. Термическая и химико-термическая	31-3 3 У 1-2 ОК 01, ОК 02,	Устный опрос, практические занятия,		

обработка металлов»	ПК 1.4 ПК 2.1	самостоятельная работа		
Тема 3.2. Обработка металлов давлением	31-3 3 У 1-2 ОК 01, ОК 02, ПК 1.4 ПК 2.1	Устный опрос, практические занятия, самостоятельная работа		
Раздел 4. Неметаллические материалы				
Тема 4.1 Неметаллические материалы.	31-3 3 У 1-2 ОК 01, ОК 02, ПК 1.4 ПК 2.1	Устный опрос, практические занятия, самостоятельная работа		

3.1.1. Методы и критерии оценивания

1. Устный опрос. Критерии оценивания.

Оценка 5 «отлично» - ответил на вопросы в объеме лекционного и дополнительного материала, дал полные грамотные ответы на все дополнительные вопросы.

Оценка 4 «хорошо» - грамотно изложил ответы на вопросы, но содержание и формулировки имеют отдельные неточности (допускается нечеткая формулировка определений), в полной мере ответил на заданные дополнительные вопросы.

Оценка 3 «удовлетворительно» - ответил на часть вопросов в объеме лекционного материала и ответил на часть дополнительных вопросов.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - допустил ошибки в определении базовых понятий, исказил их смысл, не ответил на дополнительные вопросы.

2. Тестовое задание. Критерии оценивания.

Оценка 5 «отлично» - правильно выполнено 85 – 100 % заданий.

Оценка 4 «хорошо» - правильно выполнено 70 – 84 % заданий.

Оценка 3 «удовлетворительно» правильно выполнено 55 – 69 % заданий.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - правильно выполнено 1 – 54 % заданий.

3. Самостоятельная работа. Критерии оценивания.

Оценка 5 «отлично» - работа выполнена в полном объеме; учтены все требования к данной работе; самостоятельно поставлены цели и задачи работы, соответствующие заданной теме/проблеме; получены результаты в соответствии с поставленной целью; работа оформлена аккуратно и грамотно.

Оценка 4 «хорошо» - выполнены требования к отметке «5», но были допущены два-три недочета; не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка 3 «удовлетворительно» - работа выполнена не в полном объеме, но объем выполненной части работы позволяет получить часть результатов в соответствии с поставленной целью.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы позволяет получить недостаточно результатов в соответствии с поставленной целью.

45. Практическая работа. Критерии оценивания.

Оценка 5 «отлично» - работа выполнена в полном объеме, с соблюдением алгоритма выполнения: последовательности проведения измерений, заполнения таблиц, графиков и др.; правильно и аккуратно выполнены все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; получены результаты в соответствии с поставленной целью.

Оценка 4 «хорошо»- выполнены требования к отметке «5», но были допущены два-три недочета; не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка 3 «удовлетворительно» - работа выполнена не в полном объеме, но объем выполненной части работы позволяет получить часть результатов в соответствии с поставленной целью.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет получить никаких результатов в соответствии с поставленной целью.

4.КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1.Дифференцированный зачёт

1.Форма проведения: письменная: выполнение чертежей.

2.Условия выполнения

Время выполнения задания: 45 минут

Оборудование учебного кабинета:

Технические средства обучения: не используются

Информационные источники: не допускаются.

Требования охраны труда: выполнение норм санитарного законодательства

3.Пакет материалов для проведения дифференцированного зачёта

1.Перечень тем, контролируемых в ходе промежуточной аттестации.

Раздел 1. Общие сведения о металлических материалах

Раздел 2. Основные сведения о черных металлах

Раздел 3. Основные способы обработки металлов и сплавов

Раздел 4. Неметаллические материалы

2. Тестовые задания с эталонами ответов.

Собеседование

1. Дайте определение понятию "металлические материалы". По каким основным признакам классифицируются все металлы и сплавы, используемые в промышленности?

2. В чем заключается принципиальное различие между черными и цветными металлами? Приведите примеры наиболее распространенных черных металлов и укажите, на каких свойствах основано их широкое применение в технике.

3. Опишите процесс производства чугуна и стали. В чем состоит основное различие этих материалов по химическому составу и физическим свойствам (например, по хрупкости и температуре плавления)?

4. Что такое чугун? Перечислите основные виды чугунов (серый, белый, ковкий, высокопрочный) и кратко охарактеризуйте их свойства и типичные области применения.

5. Что такое сталь? Поясните, как классифицируют стали по химическому составу (углеродистые и легированные) и по назначению (конструкционные, инструментальные, специальные). Что означает маркировка стали Ст3 или 45?

6. Перечислите основные способы обработки металлов давлением (ковка, штамповка, прокатка, волочение). Какой из этих способов позволяет получить изделие сложной формы в замкнутой полости штампа?

7. В чем сущность процесса термической обработки металлов? Кратко охарактеризуйте основные виды термообработки стали (отжиг, закалка, отпуск) и объясните, как они влияют на структуру и твердость материала.

8. Какие существуют основные способы сварки металлов (электродуговая, газовая)? Назовите основные преимущества и недостатки сварных соединений по сравнению с другими видами неразъемных соединений.

9. Дайте характеристику неметаллическим материалам, применяемым в машиностроении. Какими свойствами обладают пластмассы (полимеры) и что такое композиционные материалы (например, стеклопластик)?

10. Перед вами стоит задача выбрать материал для изготовления корпуса насоса, перекачивающего агрессивную жидкость. Будет ли применим в данном случае обычный серый чугун? Если нет, то какие материалы (как металлические, так и неметаллические) вы могли бы предложить для этой цели?

Тестовые задания

Блок А

№ п/п	Задание (вопрос)		Эталон ответа
Инструкция по выполнению заданий № 1-4: соотнесите содержание столбца 1 с содержанием столбца 2. Запишите в соответствующие строки бланка ответов букву из столбца 2, обозначающую правильный ответ на вопросы столбца 1. В результате выполнения Вы получите последовательность букв. Например,			
1	Установите соответствие между определениями и их характеристиками.		
	Определения 1. Материаловедение. 2. Материалы.	Характеристики А) Вещества, полученные из сырья и служащие для производства полуфабрикатов, производственных и строительных деталей и готовых изделий. Б) Наука, изучающая строение и свойства материалов и устанавливающая связи между их составом, строением и свойствами...	
2	Установите соответствие между определениями и их характеристиками.		
	Определения 1. Металлы. 2. Сплавы. 3. Компоненты.	Характеристики А) Твердые и жидкие вещества- получают сплавлением или спеканием двух или более металлов или металлов с неметаллами. Б) Элементы, образующие сплав. В) Непрозрачные вещества, обладающие специфическим металлическим блеском, пластичностью, высокой теплопроводностью и электропроводностью.	
3	Установите соответствие между определениями и их характеристиками.		
	Определения 1. Первичная кристаллизация. 2. Анизотропия	Характеристики А) Переход металла из жидкого состояния в твердое. Б) Процесс изменения кристаллических решеток	

	металлов. 3.Аллотропия металлов.	твердом состоянии. В) Неодинаковость физических свойств среды в различных направлениях.	
4	Установите соответствие между определениями и их характеристиками.		
	Определения 1. Физические свойства 2. Химические свойства. 3. Механические свойства	Характеристики А) Группа свойств, характеризующих способность конструкционных материалов выдерживать различные нагрузки. Б) Свойства конструкционных материалов, которые определяют состояние вещества при определенных условиях. В) Характер взаимодействия атомов металлов с другими металлами или неметаллами в процессе кристаллизации.	
Инструкция по выполнению заданий № 5 - 21: Выберите цифру, соответствующую правильному варианту ответа, и запишите ее в бланк ответов.			
5	Какой металл называется черным? 1) медь; 2) железо; 3) титан; 4) магний; 5) цинк.		
6.	Какой металл имеет кубическую гранецентрированную (ГЦК) кристаллическую решетку? 1) вольфрам; 2) цинк; 3) γ-железо; 4) натрий; 5) бериллий.		
7.	Какой материал относят к неметаллам? 1) бумагу; 2) пластмассу; 3) дерево; 4) бетон; 5) асфальт.		
8.	Какие свойства металлов определяют испытаниями на износостойкость? 1) физические; 2) технологические; 3) механические; 4) эксплуатационные;		
9.	Какой показатель прочности является основным? 1) предел текучести; 2) истинное сопротивление разрыву; 3) предел прочности;		
10	Что нужно сделать, чтобы получить сталь из чугуна?		1

.	<p>1) увеличить содержание углерода; 2) уменьшить содержание углерода; 3) уменьшить содержание примесей; 4) увеличить содержание примесей; 5) добавить легирующие элементы.</p>	
11	<p>Какая марка соответствует углеродистой автоматной стали?</p> <p>1) сталь 45Ш; 2) сталь А12; 3) сталь 45; 4) сталь 50Г; 5) Ст4пс.</p>	
12	<p>Какая марка соответствует высококачественной стали?</p> <p>1) сталь У12; 2) сталь 45; 3) сталь 45А 4) БСт3сп; 5) сталь 75.</p>	
13	<p>Какая сталь обыкновенного качества по степени раскисления является полуспокойная?</p> <p>1) сталь 45; 2) Ст 1 кп; 3) Б Ст 6 сп; 4) В Ст 4 пс; 5) сталь У7.</p>	
14	<p>Какие углеродистые стали обыкновенного качества поставляются металлургическими заводами с гарантированными механическими свойствами?</p> <p>1) стали группы А; 2) стали группы Б; 3) стали группы В;</p>	
15	<p>При каком виде термической обработки охлаждение заготовок совершается на воздухе?</p> <p>1) закалка; 2) отжиг; 3) отпуск; 4) нормализация</p>	
16	<p>Какой термообработке подвергают детали после цементации в твердом карбюризаторе?</p> <p>1) закалке; 2) закалке и низкотемпературному отпуску; 3) дополнительная термообработка не требуется; 4) нормализации; 5) отжигу.</p>	
17	<p>Как называют процесс насыщения поверхности металлического изделия углеродом?</p>	

	1) борирование; 2) цианирование; 3) цементация;	
18	Какая марка углеродистой стали используется для изготовления сложных инструментов? 1) 50; 2) У12А; 3) У12; 4) 20.	
19	Какая сталь является жаропрочной? 1) 45; 2) У7; 3) 40Х13; 4) 15М; 5) 38ХМЮА;	
20	Какая сталь является коррозионностойкой (нержавеющей)? 1) 45; 2) У7; 3) 40Х13; 4) 38ХМЮА; 5) 65С.	
21	В каком состоянии находится углерод в сером чугуне? 1) в форме пластинчатого графита; 2) в виде карбида 3) в форме шаровидного графита; 4) в форме хлопьевидного графита; 5) в форме вермикулярного графита.	

Блок Б

№ п/п	Задание (вопрос)	Эталон ответа
Инструкция по выполнению заданий № 22-32: В соответствующую строку бланка ответов запишите краткий ответ на вопрос, окончание предложения или пропущенные слова.		
22.	Сталь- это сплав железа с углеродом, в котором массовая доля углерода составляет.....	
23.	По химическому составу стали, и сплавы подразделяются на две группы:...	
24.	Высоколегированные стали – это стали, которые содержат легирующих элементов.	
25.	Закалкой называют нагрев стали до температуры выше критических, выдержка при этой температуре и последующие быстрое.	
26.	В качестве закалочных сред применяются следующие растворы и жидкости:	

27.	Сплав меди сцинком называют.....	
28.	Расшифровать марку латуни: ЛАЖ60-1-1	
29.	Расшифровать марку бронзы: БрА9Мц2	
30.	Что обозначают цифры у чугуна марки СЧ20?	
31	Расшифровать марку стали: 12Х2Н4А	
32	Расшифровать марку стали: Сталь 60Г	

Оценка запланированных результатов по учебной дисциплине

Результаты обучения: умения, знания и общие компетенции	Показатели оценки результата
Уметь:	
<p>У 1. - Пользоваться справочными таблицами для определения свойств материалов.</p> <p>ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.</p>	<p>Пользуется информационными материалами, находит нужную информацию</p> <p>Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии.</p> <p>Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности.</p>
<p>У 2. Выбирать материалы для осуществления профессиональной деятельности.</p> <p>ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.</p>	<p>Выбирает нужный материал по справочным таблицам для определения основных характеристик и свойств материалов.</p> <p>Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии.</p> <p>Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности.</p>
Знать:	

<p>31 Наименование, маркировку, основные свойства и классификацию углеродистых конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов, а также полимерных материалов (в том числе пластмасс, полиэтилена, полипропилена).</p> <p>32 Правила применения охлаждающих и смазывающих материалов</p>	<p>Знает расшифровку углеродистых конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов, полимерных материалов их наименование, маркировку, основные свойства и классификацию.</p> <p>Знает назначение и применение охлаждающих и смазывающих материалов.</p>
---	--

4. Эталоны ответов

Собеседование

1. Металлические материалы — это вещества с высокой прочностью, пластичностью, тепло- и электропроводностью. Классифицируются на черные (железо и сплавы на его основе) и цветные (все остальные).
2. Черные металлы содержат железо, они магнитны, склонны к коррозии. Цветные — не содержат железа (медь, алюминий и др.). Сталь и чугун широко применяются из-за прочности, относительно низкой стоимости и технологичности.
3. Чугун получают восстановлением железной руды в доменных печах, он содержит более 2,14% углерода, хрупкий. Сталь получают переделом чугуна (выжиганием лишнего углерода) в сталеплавильных печах, содержит менее 2,14% углерода, прочная и пластичная.
4. Чугун — сплав железа с углеродом (>2,14%). Виды: серый (СЧ) — для станин, белый (износостоек, тверд), ковкий (КЧ) — для деталей сложной формы, высокопрочный (ВЧ) с шаровидным графитом — для ответственных деталей (коленвалы).
5. Сталь — сплав железа с углеродом (<2,14%). Классификация: по химсоставу — углеродистые и легированные; по назначению — конструкционные, инструментальные, специальные. Ст3 — сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества №3. 45 — сталь качественная углеродистая с 0,45% углерода.
6. Способы обработки давлением: прокатка (листы, рельсы), ковка (крупные поковки), штамповка (точные детали), волочение (проволока). Штамповка позволяет получать сложные изделия в замкнутой полости штампа.
7. Термообработка — нагрев и охлаждение металла по заданным режимам для изменения структуры и свойств. Отжиг — снижает твердость, снимает напряжения. Закалка — повышает твердость и прочность. Отпуск — снимает хрупкость после закалки.
8. Сварка — получение неразъемного соединения нагревом. Электродуговая (плавление электродом) и газовая (ацетилен+кислород). Преимущества: прочность, герметичность. Недостатки: остаточные напряжения, возможность деформаций.
9. Неметаллические материалы: пластмассы (легкие, коррозионностойкие, диэлектрики), резина (эластичность), композиты (сочетание матрицы и наполнителя, например, стеклопластик — прочный и легкий).
10. Для агрессивной среды серый чугун не подходит (корродирует). Лучше применить: нержавеющую сталь, титан, пластик (полипропилен, ПВХ), стеклопластик или керамику в зависимости от температуры и типа агрессивной среды.

Блок А

№ п/ п	Задание (вопрос)	Эталон ответа
Инструкция по выполнению заданий № 1-4: соотнесите содержание столбца 1 с содержанием столбца 2. Запишите в соответствующие строки бланка ответов букву из		

столбца 2, обозначающую правильный ответ на вопросы столбца 1. В результате выполнения Вы получите последовательность букв. Например,

№ задания	Вариант ответа
1	1-В,2-А,3-Б

1	Установите соответствие между определениями и их характеристиками.		
	<p>Определения</p> <p>1.Материаловедение.</p> <p>2. Материалы.</p>	<p>Характеристики</p> <p>А) Вещества, полученные из сырья и служащие для производства полуфабрикатов, производственных и строительных деталей и готовых изделий.</p> <p>Б) Наука, изучающая строение и свойства материалов и устанавливающая связи между их составом, строением и свойствами...</p>	<p>1 – Б</p> <p>2 – А</p>
2	Установите соответствие между определениями и их характеристиками.		
	<p>Определения</p> <p>1. Металлы.</p> <p>2. Сплавы.</p> <p>3.Компоненты.</p>	<p>Характеристики</p> <p>А) Твердые и жидкие вещества- получают сплавлением или спеканием двух или более металлов или металлов с неметаллами.</p> <p>Б) Элементы, образующие сплав.</p> <p>В) Непрозрачные вещества, обладающие специфическим металлическим блеском, пластичностью, высокой теплопроводностью и электропроводностью.</p>	<p>1 – В</p> <p>2 – А</p> <p>3 - Б</p>
3	Установите соответствие между определениями и их характеристиками.		
	<p>Определения</p> <p>1. Первичная кристаллизация.</p> <p>2.Анизотропия металлов.</p> <p>3.Аллотропия металлов.</p>	<p>Характеристики</p> <p>А) Переход металла из жидкого состояния в твердое.</p> <p>Б) Процесс изменения кристаллических решеток твердом состоянии.</p> <p>В) Неодинаковость физических свойств среды в различных направлениях.</p>	<p>1 - А</p> <p>2 - В</p> <p>3 - Б</p>
4	Установите соответствие между определениями и их характеристиками.		
	<p>Определения</p> <p>1. Физические свойства</p> <p>2. Химические свойства.</p> <p>3. Механические свойства</p>	<p>Характеристики</p> <p>А) Группа свойств, характеризующих способность конструкционных материалов выдерживать различные нагрузки.</p> <p>Б) Свойства конструкционных материалов, которые определяют состояние вещества при определенных условиях.</p> <p>В) Характер взаимодействия атомов металлов с другими металлами или неметаллами в процессе кристаллизации.</p>	<p>1 – Б</p> <p>2 – В</p> <p>3 - А</p>

Инструкция по выполнению заданий № 5 - 21: Выберите цифру, соответствующую правильному варианту ответа, и запишите ее в бланк ответов.

5	Какой металл называется черным? 1) медь; 2) железо; 3) титан; 4) магний; 5) цинк.	2
6.	Какой металл имеет кубическую гранецентрированную (ГЦК) кристаллическую решетку? 1) вольфрам; 2) цинк; 3) γ -железо; 4) натрий; 5) бериллий.	3
7.	Какой материал относят к неметаллам? 1) бумагу; 2) пластмассу; 3) дерево; 4) бетон; 5) асфальт.	2
8.	Какие свойства металлов определяют испытаниями на износостойкость? 1) физические; 2) технологические; 3) механические; 4) эксплуатационные;	4
9.	Какой показатель прочности является основным? 1) предел текучести; 2) истинное сопротивление разрыву; 3) предел прочности;	3
10	Что нужно сделать, чтобы получить сталь из чугуна? 1) увеличить содержание углерода; 2) уменьшить содержание углерода; 3) уменьшить содержание примесей; 4) увеличить содержание примесей; 5) добавить легирующие элементы.	1
11	Какая марка соответствует углеродистой автоматной стали? 1) сталь 45Ш; 2) сталь А12; 3) сталь 45; 4) сталь 50Г; 5) Ст4пс.	2
12	Какая марка соответствует высококачественной стали? 1) сталь У12; 2) сталь 45; 3) сталь 45А 4) БСт3сп;	3

	5) сталь 75.	
13	Какая сталь обыкновенного качества по степени раскисления является полуспокойная? 1) сталь 45; 2) Ст 1 кп; 3) Б Ст 6 сп; 4) В Ст 4 пс; 5) сталь У7.	4
14	Какие углеродистые стали обыкновенного качества поставляются металлургическими заводами с гарантированными механическими свойствами? 1) стали группы А; 2) стали группы Б; 3) стали группы В;	1
15	При каком виде термической обработки охлаждение заготовок совершается на воздухе? 1) закалка; 2) отжиг; 3) отпуск; 4) нормализация	3
16	Какой термообработке подвергают детали после цементации в твердом карбюризаторе? 1) закалке; 2) закалке и низкотемпературному отпуску; 3) дополнительная термообработка не требуется; 4) нормализации; 5) отжигу.	2
17	Как называют процесс насыщения поверхности металлического изделия углеродом? 1) борирование; 2) цианирование; 3) цементация;	3
18	Какая марка углеродистой стали используется для изготовления сложных инструментов? 1) 50; 2) У12А; 3) У12; 4) 20.	2,3
19	Какая сталь является жаропрочной? 1) 45; 2) У7; 3) 40Х13; 4) 15М; 5) 38ХМЮА;	5
20	Какая сталь является коррозионно-стойкой (нержавеющей)?	3

.	1) 45; 2) У7; 3) 40Х13; 4) 38ХМЮА; 5) 65С.	
21	В каком состоянии находится углерод в сером чугуна? 1) в форме пластинчатого графита; 2) в виде карбида 3) в форме шаровидного графита; 4) в форме хлопьевидного графита; 5) в форме вермикулярного графита.	1

Блок Б

№ п/п	Задание (вопрос)	Эталон ответа
Инструкция по выполнению заданий № 22-32: В соответствующую строку бланка ответов запишите краткий ответ на вопрос, окончание предложения или пропущенные слова.		
22.	Сталь- это сплав железа с углеродом, в котором массовая доля углерода составляет.....	2,14%
23.	По химическому составу стали, и сплавы подразделяются на две группы:.....	углеродистые, легированные
24.	Высоколегированные стали – это стали, которые содержат легирующих элементов.	выше 10%
25.	Закалкой называют нагрев стали до температуры выше критических, выдержка при этой температуре и последующие быстрое.	охлаждение
26.	В качестве закалочных сред применяются следующие растворы и жидкости:	вода; водный раствор поваренной соли; масло; воздух.
27.	Сплав меди сцинком называют.....	латунь
28.	Расшифровать марку латуни: ЛАЖ60-1-1	медь-60%; алюминий-1% железо-1% цинк-38%.
29.	Расшифровать марку бронзы: БрА9Мц2	алюминий-9%; марганец-2%; медь-89%
30.	Что обозначают цифры у чугуна марки СЧ20?	предел прочности при растяжении, σв;
31	Расшифровать марку стали: 12Х2Н4А	конструкционная, малоуглеродистая, среднелегированная

		высококачественная сталь, с содержанием углерода - 0,12 %, хрома - 2%, никеля - 4%.
32	Расшифровать марку стали: Сталь 60Г	конструкционная, высокоуглеродистая, качественная сталь, с содержанием углерода - 0,60%, марганца - до 1%.

Критерии оценки ответов

Оценка 5 «отлично» - Правильно даны ответы на собеседование. Правильно выполнено 85 – 100 % заданий.

Оценка 4 «хорошо» - Правильно даны ответы на собеседование. Правильно выполнено 70 – 84 % заданий.

Оценка 3 «удовлетворительно». Правильно даны ответы на собеседование. Правильно выполнено 55 – 69 % заданий.

Оценка 2 «неудовлетворительно». Правильно даны ответы на собеседование. Правильно выполнено 1 – 54 % заданий.

5.Раздаточные материалы: Карточки по вариантам

6.Зачетная ведомость

МИНИСТЕРСТВО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
И ЗАНЯТОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

краевое государственное автономное
профессиональное образовательное учреждение
«Дальнегорский индустриально-технологический колледж»

**КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ОП 04 Допуски и технические измерения

подготовки квалифицированных рабочих, служащих

код профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Дальнегорск, 2025 год

Комплект контрольно-оценочных средств разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии СПО 15.01.05 «Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки) основной профессиональной образовательной программы учебной дисциплины ОП 04 «Допуски и технические измерения».

Разработчики:

Организация-разработчик: КГА ПОУ «ДИТК»

Разработчик: Барбакова Анна Владимировна, преподаватель

ОДОБРЕН

цикловой методической комиссией

Протокол № 1

от «5» сентября 2025 г.

Председатель Гаврикова Е. Ю.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств
2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке
3. Оценка освоения учебной дисциплины
 - 3.1. Контроль и оценка освоения учебной дисциплины по темам (разделам)
 - 3.1.1 Методы и критерии оценивания
 4. Контрольно-оценочные средства для проведения промежуточной аттестации
 - 4.1. Пакет материалов
 - 4.2. Критерии оценки

1. ПАСПОРТ КОМПЛЕКТА КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

В результате освоения учебной дисциплины ОП 04 «Допуски и технические измерения» обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС по специальности СПО 15.01.05 «Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))» следующими умениями, знаниями, которые формируют профессиональную компетенцию, и общими компетенциями.

Обучающийся должен знать:

31	- актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;
32	- методы работы в профессиональной и смежных сферах;
33	- структуру плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях;
34	- основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте;

Обучающийся должен уметь:

У1	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части; определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с наставником)
У2	определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации; - выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска; - оценивать практическую значимость результатов поиска; - применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; - использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности; - использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач
У3	организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности.
У4	применять автоматизированные системы на транспорте

Формируемые ОК:

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

Формируемые ПК:

ПК 1.5 Проводить контроль собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.

Формой промежуточной аттестации по учебной дисциплине является: дифференцированный зачет.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ПРОВЕРКЕ

В результате освоения учебной дисциплины «Основы материаловедения» обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС по профессии СПО 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)) следующими умениями, знаниями, которые формируют профессиональную компетенцию, и общими компетенциями

Результаты обучения: умения, знания и общие компетенции	Показатели оценки результата Следует сформулировать показатели
<p>У1 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части; определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с наставником).</p> <p>ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.</p> <p>ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.</p> <p>ПК 1.5</p>	<p>распознаёт задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализирует и выделяет её составные части; определяет этапы решения задачи, составляет план действия, реализовывает составленный план, определяет необходимые ресурсы; выявляет и эффективно ищет информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; владеет актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; оценивает результат и последствия своих действий (самостоятельно или с наставником).</p>

<p>У2 определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации; - выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска; - оценивать практическую значимость результатов поиска; - применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; - использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности; - использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач</p> <p>ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.</p> <p>ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.</p> <p>ПК 1.5</p>	<p>Определяет задачи для поиска информации, планирует процесс поиска, выбирает необходимые источники информации; - выделяет наиболее значимое в перечне информации, структурирует получаемую информацию, оформляет результаты поиска; оценивает практическую значимость результатов поиска; применяет средства информационных технологий для решения профессиональных задач; использует современное программное обеспечение в профессиональной деятельности и различные цифровые средства для решения профессиональных задач</p>
<p>У3 организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности.</p> <p>ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.</p> <p>ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.</p> <p>ПК 1.5</p>	<p>Организовывает работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности.</p>

<p>У 4 применять автоматизированные системы на транспорте.</p> <p>ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.</p> <p>ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.</p> <p>ПК 1.5</p>	<p>применяет автоматизированные системы на транспорте.</p>
<p>Знать:</p>	
<p>31 - актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;</p> <p>32 - методы работы в профессиональной и смежных сферах;</p> <p>33 - структуру плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях;</p> <p>34 - основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте;</p>	<p>актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;</p> <p>методы работы в профессиональной и смежных сферах;</p> <p>структуру плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях;</p> <p>основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте;</p>

3.ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Контроль и оценка освоения учебной дисциплины по темам (разделам)

Элемент учебной дисциплины	Формы и методы контроля			
	Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
	Осваиваемые результаты	Метод контроля	Проверяемые результаты	Форма контроля
Раздел 1. Основные сведения о размерах и сопряжениях				
Тема 1.1. Основные сведения о размерах и сопряжениях	ОК.01, ОК.02, ОК.04 ПК1.5 У 1, 3 1	Устный опрос, практические занятия Тестирование	У 1-2 3 1-4 ОК 1-2 ПК 1.5	дифференцированный зачёт

Тема 1.2. Допуски деталей	ОК.01, ОК.02, ОК.04 ПК1.5 У 1, 3 1-2	Устный опрос, практические занятия Самостоятельная работа	
Тема 1.3. Система вала и система отверстия	ОК.01, ОК.02, ОК.04 ПК1.5 У 1-2, 3 1-2	Устный опрос, практические занятия	
Тема 1.4. Посадки	ОК.01, ОК.02, ОК.04 ПК1.5 У 3, 3 1-3	Устный опрос, практические занятия	
Тема 1.5. Взаимозаменяемость	ОК.01, ОК.02, ОК.04 ПК1.5 У 3, 3 1-3	Устный опрос, практические занятия	
Тема 1.6. Квалитеты	ОК.01, ОК.02, ОК.04 ПК1.5 У 4, 3 1-4	Устный опрос, практические занятия	

3.1.1. Методы и критерии оценивания

1. Устный опрос. Критерии оценивания.

Оценка 5 «отлично» - ответил на вопросы в объеме лекционного и дополнительного материала, дал полные грамотные ответы на все дополнительные вопросы.

Оценка 4 «хорошо» - грамотно изложил ответы на вопросы, но содержание и формулировки имеют отдельные неточности (допускается нечеткая формулировка определений), в полной мере ответил на заданные дополнительные вопросы.

Оценка 3 «удовлетворительно» - ответил на часть вопросов в объеме лекционного материала и ответил на часть дополнительных вопросов.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - допустил ошибки в определении базовых понятий, исказил их смысл, не ответил на дополнительные вопросы.

2. Тестовое задание. Критерии оценивания.

Оценка 5 «отлично» - правильно выполнено 85 – 100 % заданий.

Оценка 4 «хорошо» - правильно выполнено 70 – 84 % заданий.

Оценка 3 «удовлетворительно» правильно выполнено 55 – 69 % заданий.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - правильно выполнено 1 – 54 % заданий.

3. Самостоятельная работа. Критерии оценивания.

Оценка 5 «отлично» - работа выполнена в полном объеме; учтены все требования к данной работе; самостоятельно поставлены цели и задачи работы, соответствующие заданной теме/проблеме; получены результаты в соответствии с поставленной целью; работа оформлена аккуратно и грамотно.

Оценка 4 «хорошо» - выполнены требования к отметке «5», но были допущены два-три недочета; не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка 3 «удовлетворительно» - работа выполнена не в полном объеме, но объем выполненной части работы позволяет получить часть результатов в соответствии с поставленной целью.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы позволяет получить недостаточно результатов в соответствии с поставленной целью.

4. Практическая работа. Критерии оценивания.

Оценка 5 «отлично» - работа выполнена в полном объеме, с соблюдением алгоритма выполнения: последовательности проведения измерений, заполнения таблиц, графиков и др.; правильно и аккуратно выполнены все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; получены результаты в соответствии с поставленной целью.

Оценка 4 «хорошо»- выполнены требования к отметке «5», но были допущены два-три недочета; не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка 3 «удовлетворительно» - работа выполнена не в полном объеме, но объем выполненной части работы позволяет получить часть результатов в соответствии с поставленной целью.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет получить никаких результатов в соответствии с поставленной целью.

4. КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Дифференцированный зачёт

1. Форма проведения: письменная: выполнение чертежей.

2. Условия выполнения

Время выполнения задания: 45 минут Оборудование учебного кабинета:

Технические средства обучения: не используются Информационные источники: не допускаются.

Требования охраны труда: выполнение норм санитарного законодательства

3. Пакет материалов для проведения дифференцированного зачёта

1. Перечень тем, контролируемых в ходе промежуточной аттестации.

1. Общие сведения о допусках и технических измерениях.
2. Линейные размеры.
3. Единая система допусков и посадок.
4. Допуски на отклонения формы и шероховатость поверхностей.
5. Измерительные средства линейных размеров.

2. Тестовые задания и решение задач.

Собеседование с обоснованием выбора ответа

1. Какой размер называется номинальным?

- А) размер, который получается при измерении
- Б) размер, который служит началом отсчета отклонений и проставляется на чертеже
- В) наибольший предельный размер
- Г) наименьший предельный размер

2. Для размера $100^{+0.1}_{-0.3}$ определите наибольший предельный размер:

- А) 100,1 Б) 100,3 В) 99,9 Г) 99,7

3. Какому размеру соответствует нулевая линия при графическом изображении допуска?

- А) номинальному Б) действительному
- В) наибольшему предельному Г) наименьшему предельному

4. Определите годность действительного размера для размера на чертеже $45^{+0.15}$:

- А) 49,9 Б) 49,8 В) 45,2 Г) 45,0

5. В каком случае при соединении двух деталей – вала и отверстия – получается зазор?

- А) размер вала больше размера отверстия
- Б) размер вала равен размеру отверстия
- В) размер вала меньше размера отверстия
- Г) в любом случае

6. Какая деталь в системе вала является основной?

А) вал Б) отверстие В) не имеет значения 7. Посадка с зазором – это посадка когда:

- А) поле допуска отверстия располагается над полем допуска вала
- Б) поле допуска отверстия располагается под полем допуска вала
- В) поля допусков отверстия и вала полностью или частично перекрываются

8. Укажите, какой размер получить труднее:

- А) $10^{+0.08}$ Б) $10^{+0.06}$ В) $10^{+0.04}$ Г) $10^{+0.02}$

9. Расшифруйте обозначение на чертеже 25H7:

- А) система отверстия, номинальный размер 7, обозначение допуска Н, квалитет 25
- Б) система вала, номинальный размер 7, обозначение допуска Н, квалитет 25
- В) система отверстия, номинальный размер 25, обозначение допуска Н, квалитет 7
- Г) система вала, номинальный размер 25, обозначение допуска Н, квалитет 7

10. Укажите вид отклонения формы, при котором образующие реальной цилиндрической поверхности непрямолинейны и их диаметры увеличиваются от торцов к середине:

- А) конусообразность Б) бочкообразность В) седлообразность Г) овальность
- Вариант 2

1. Какой размер называется действительным?

- А) размер, который получается при измерении
- Б) размер, который служит началом отсчета отклонений и проставляется на чертеже
- В) наибольший предельный размер
- Г) наименьший предельный размер

2. Для размера $45^{-0.2}$ определите наименьший предельный размер:

- А) 45,0 Б) 49,9 В) 44,8 Г) 44,7
3. Как называется зона, заключенная между линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям размеров при графическом изображении размеров?
- А) нулевая линия Б) допуск В) поле годности деталей Г) поле допуска
4. Определите годность действительного размера для размера на чертеже $45_{-0,15}$:
- А) 49,75 Б) 49,9 В) 45,2 Г) 45,15
5. В каком случае при соединении двух деталей – вала и отверстия – получается натяг?
- А) размер вала больше размера отверстия
 Б) размер вала равен размеру отверстия
 В) размер вала меньше размера отверстия
 Г) в любом случае
6. Какая деталь в системе отверстия является основной? А) вал Б) отверстие В) не имеет значения
7. Зазор образуется в соединении, когда:
- А) размеры отверстия меньше размеров вала; Б) размеры отверстия больше размеров вала;
 В) размеры отверстия равны размерам вала
8. Укажите, какой размер получить легче:
- А) $18_{+0,08}$ Б) $20_{+0,08}$ В) $30_{+0,08}$ Г) $50_{+0,08}$
9. Расшифруйте обозначение на чертеже $25k6$:
- А) система отверстия, номинальный размер 6, обозначение допуска k, квалитет 25
 Б) система вала, номинальный размер 6, обозначение допуска H, квалитет 25
 В) система отверстия, номинальный размер 25, обозначение допуска k, квалитет 6
 Г) система вала, номинальный размер 25, обозначение допуска k, квалитет 6
10. Укажите вид отклонения формы, при котором образующие реальной цилиндрической поверхности непрямолинейны и их диаметры уменьшаются от торцов к середине:
- А) конусообразность Б) бочкообразность В) седлообразность Г) овальность

Решение задач

Взаимозаменяемость, допуски и посадки

ЗАДАЧА 1

Дана посадка с зазором, мм.

Определить предельные отклонения, размеры и зазоры; допуски отверстия, вала, посадки и зазоры; средние отклонения и зазоры; начертить схему полей допусков.

$$\begin{array}{lll} \text{а) } 10 \begin{array}{l} +0,022 \\ -0,025 \\ -0,040 \end{array}; & \text{б) } 16 \begin{array}{l} +0,027 \\ +0,016 \\ -0,008 \end{array}; & \text{в) } 150 \begin{array}{l} +0,100 \\ -0,043 \\ -0,143 \end{array}; \\ \text{г) } 195 \begin{array}{l} +0,355 \\ +0,170 \\ -0,185 \end{array}; & \text{д) } 270 \begin{array}{l} +0,052 \\ -0,017 \\ -0,049 \end{array}. & \end{array}$$

Дана посадка с натягом, мм.

Определить предельные отклонения, размеры и натяги; допуски отверстия, вала и посадки; средние отклонения и натяги; начертить схему полей допусков.

$$\text{а) } 160 \begin{array}{c} \frac{-0,085}{-0,125} \\ \frac{-0,025}{+0,450} \end{array};$$

$$\text{б) } 24 \begin{array}{c} \frac{+0,013}{+0,031} \\ \frac{+0,022}{+0,022} \end{array}; \text{ в) } \underline{\quad\quad} 600 \begin{array}{c} \frac{+0,110}{+0,520} \end{array};$$

$$\text{г) } 82 \begin{array}{c} \frac{+0,054}{+0,312} \end{array};$$

$$\text{д) } 135 \begin{array}{c} \frac{+0,025}{+0,110} \end{array}.$$

$\frac{+0,258}{+0,001}$

$\frac{+0,092}{+0,020}$

Дана переходная посадка, мм.

Определить предельные отклонения, размеры, натяги и зазоры; допуски отверстия, вала, посадки, натяг и зазор; средние отклонения, зазор и натяг; начертить схему полей допусков.

$\frac{+0,007}{+0,001}$

$$\text{а) } 5 \begin{array}{c} \frac{+0,005}{+0,005} \end{array};$$

$$\text{б) } 48 \begin{array}{c} \frac{-0,018}{-0,016} \\ \frac{+0,020}{+0,020} \end{array};$$

$$\text{в) } 71 \begin{array}{c} \frac{+0,046}{+0,050} \end{array};$$

$\frac{+0,007}{+0,001}$

$$\text{г) } \square 180 \begin{array}{c} \frac{+0,025}{+0,033} \end{array};$$

$$\text{д) } 280 \begin{array}{c} \frac{+0,052}{+0,52} \end{array}.$$

$\frac{+0,015}{+0,015}$

$\frac{+0,020}{+0,020}$

Точность формы и расположенных поверхностей

ЗАДАЧА 2

Расшифруйте условные обозначения допуска формы поверхностей детали (рис. 110): определите вид отклонения и допуск.

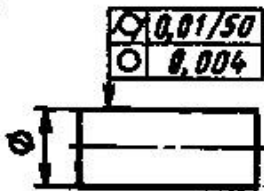
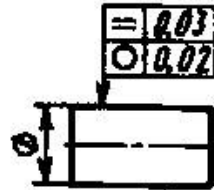
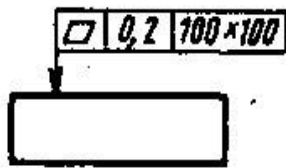


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

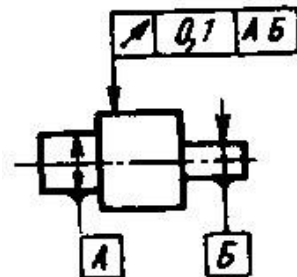
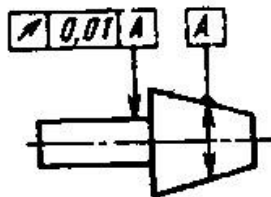


Рис. 4

Рис. 5

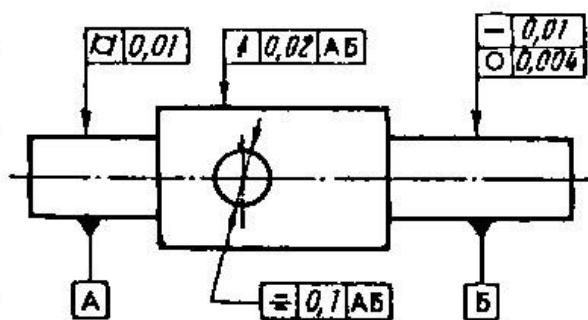


Рис. 6

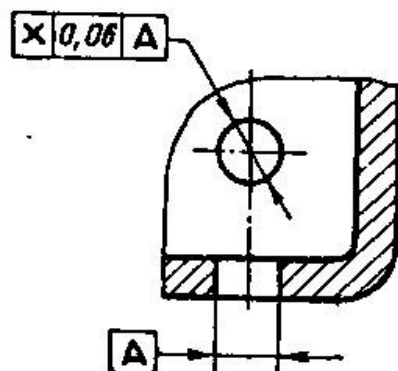


Рис. 7

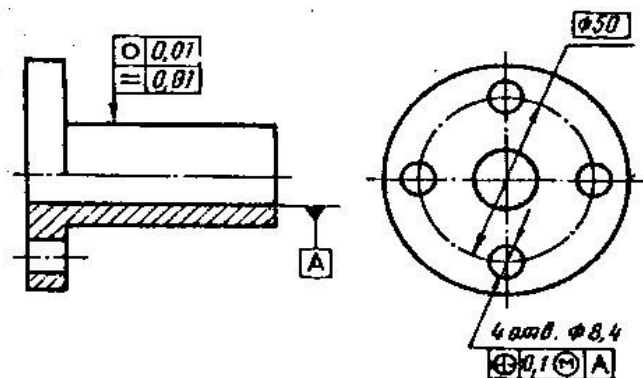


Рис. 8

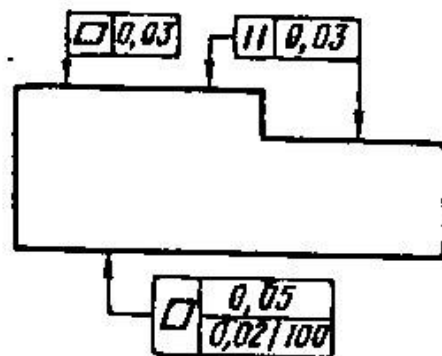


Рис. 9

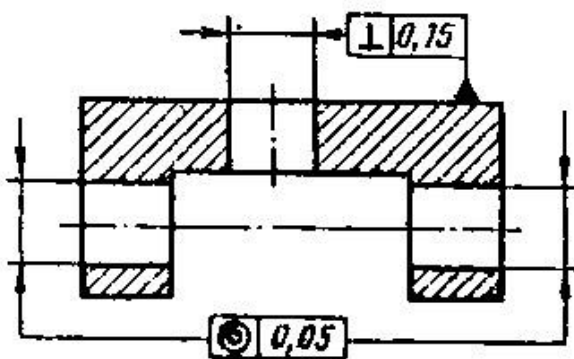
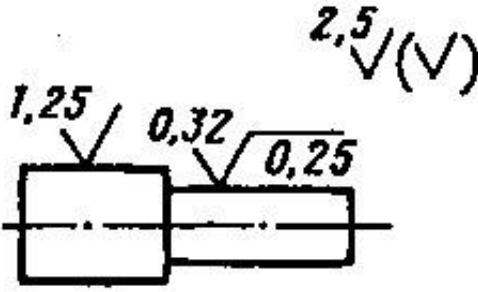
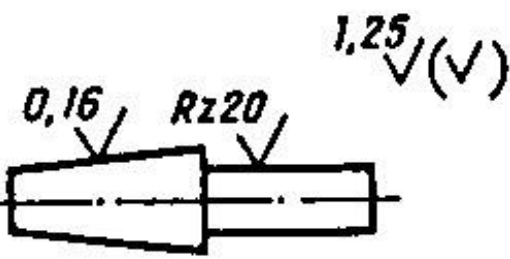
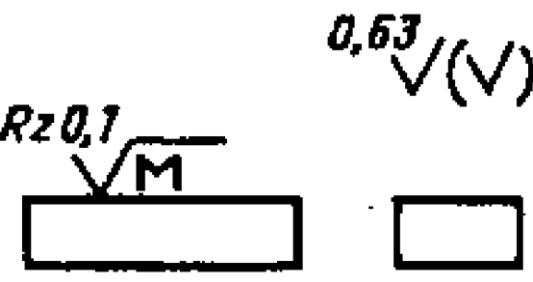
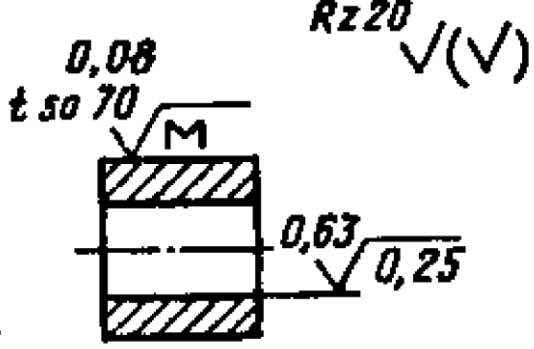
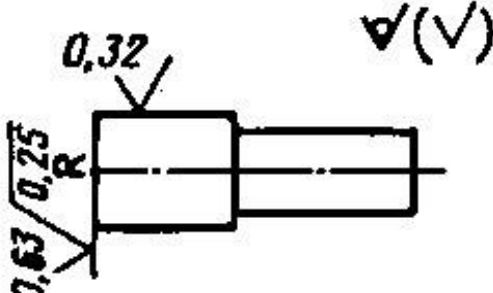
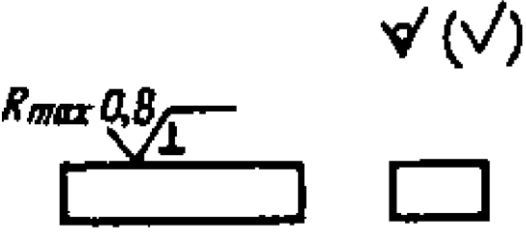
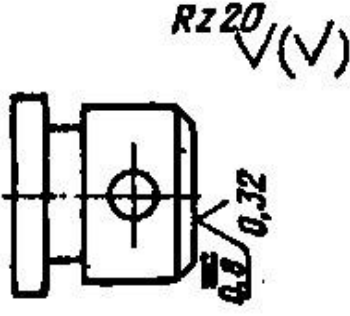
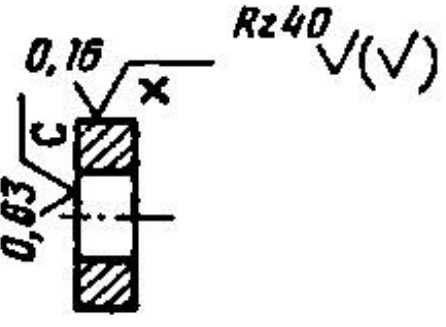


Рис. 10

ЗАДАЧА 3

Нанести на чертеже (рис. 11) требования к отклонению от круглости наружного цилиндра D и внутреннего d в зависимости от заданных диаметров и степени точности на погрешность формы:

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номинальный диаметр D , мм	100	120	60	140	180	500	25	12	22	25
Номинальный диаметр d , мм	50	80	32	60	120	250	10	4	12	14
Степень точности по ГОСТ 24643-81	3	8	10	4	5	9	7	6	1	2

<p>Вариант 1</p>	<p>Вариант 2</p>
	
<p>Вариант 3</p>	<p>Вариант 4</p>
	
<p>Вариант 5</p>	<p>Вариант 6</p>
	
<p>Вариант 7</p>	<p>Вариант 8</p>
	
<p>Вариант 9</p>	<p>Вариант 10</p>

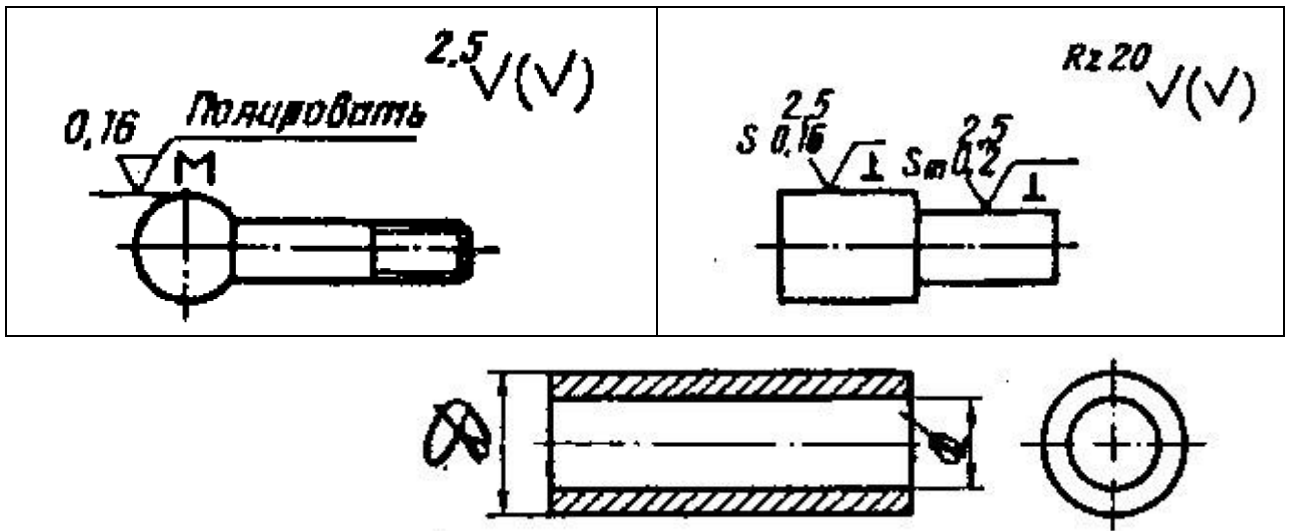


Рис. 11

ЗАДАЧА 4

Нанести на чертеже (рис. 12) требования к отклонению от плоскостности бруска в зависимости от заданных размеров и степени точности на погрешность формы:

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номинальный размер L , мм	100	22	125	110	80	50	360	450	630	500
Номинальный размер B , мм	40	10	25	16	10	6,3	50	75	60	63
Степень точности по ГОСТ 24643-81	2	4	3	5	4	10	7	5	6	9

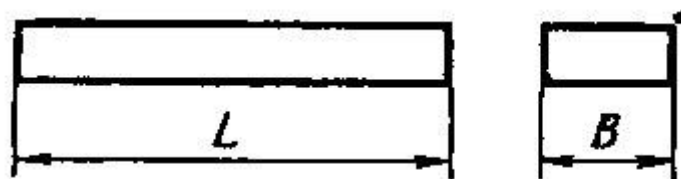


Рис. 12

Шероховатость поверхности

ЗАДАЧА 5

Расшифровать обозначение шероховатости поверхности на приведенных чертежах:

Оценка запланированных результатов по учебной дисциплине

Результаты обучения: умения, знания и общие компетенции	Показатели оценки результата Следует сформулировать показатели
---	---

<p>У1 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части; определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с наставником).</p> <p>ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.</p> <p>ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ПК 1.5</p>	<p>распознаёт задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализирует и выделяет её составные части; определяет этапы решения задачи, составляет план действия, реализовывает составленный план, определяет необходимые ресурсы; выявляет и эффективно ищет информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; владеет актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; оценивает результат и последствия своих действий (самостоятельно или с наставником).</p>
<p>У2 определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации; - выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска; - оценивать практическую значимость результатов поиска; - применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; - использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности; - использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач</p> <p>ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.</p> <p>ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ПК 1.5</p>	<p>Определяет задачи для поиска информации, планирует процесс поиска, выбирает необходимые источники информации; - выделяет наиболее значимое в перечне информации, структурирует получаемую информацию, оформляет результаты поиска; оценивает практическую значимость результатов поиска; применяет средства информационных технологий для решения профессиональных задач; использует современное программное обеспечение в профессиональной деятельности и различные цифровые средства для решения профессиональных задач</p>

<p>У 4 применять автоматизированные системы на транспорте.</p> <p>ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.</p> <p>ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.</p> <p>ПК 1.5</p>	<p>применяет автоматизированные системы на транспорте.</p>
<p>Знать:</p>	
<p>31 - актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;</p> <p>32 - методы работы в профессиональной и смежных сферах;</p> <p>33 - структуру плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях;</p> <p>34 - основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте;</p>	<p>актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;</p> <p>методы работы в профессиональной и смежных сферах;</p> <p>структуру плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях;</p> <p>основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте;</p>

4.Эталоны ответов

Вариант 1	ответ	Вариант 2	ответ
1	б	1	а
2	в	2	в
3	а	3	г
4	г	4	б
5	в	5	а
6	а	6	б
7	а	7	б
8	г	8	г
9	в	9	г
10	б	10	в

ЗАДАЧА Дано отверстие $\varnothing 20^{+0,021}$, вал $\varnothing 2000,048035$. Рассчитать посадку с натягом:

определить номинальные и предельные размеры, предельные и средние отклонения, предельные натяги, допуски отверстия, вала и посадки. Начертить схемы полей допусков по предельным размерам и упрощенную.

Решение. Находим номинальный размер и отклонения:

$D = 20 \text{ мм}$, $ES = 0,021 \text{ мм} = 21 \text{ мкм}$; $EI = 0$, $es = +0,048 \text{ мм} = 48 \text{ мкм}$; $ei = +0,035 \text{ мм} = 35 \text{ мкм}$; $E_m = 10,5 \text{ мкм}$; $e_m = 0,5 (48 + 35) = 41,5 \text{ мкм}$.

Предельные размеры отверстия и вала определяем по формулам:

$D_{\max} = D + ES$; $d_{\max} = D + es$, и $D_{\min} = D + EI$; $d_{\min} = D + ei$; $D_{\max} = 20,021 \text{ мм}$, $D_{\min} = 20 \text{ мм}$, $d_{\max} = 20,048 \text{ мм}$, $d_{\min} = 20,035 \text{ мм}$.

Предельные натяги находим по формулам $N_{\max} = es - EI$, и $N_{\min} = ei - ES$:

$N_{\max} = 48 - 0 = 48 \text{ мкм}$, $N_{\min} = 35 - 21 = 14 \text{ мкм}$ или по предельным размерам: $N_{\max} = d_{\min} - D_{\max} = 20,035 - 20,021 = 0,014 \text{ мм} = 14 \text{ мкм}$.

По формулам $TD = ES - EI$; $Td = es - ei$ и $ТП = TD + Td = TN$, где $TS = S_{\max} - S_{\min}$ – допуск зазора; $TN = N_{\max} - N_{\min}$ – допуск натяга вычисляем допуски отверстия, вала и посадки, мкм; $TD = 21$, $Td = 48 - 35 = 13$, $ТП = 34$. Допуск натяга $TN = 48 - 14 = 34 \text{ мкм}$, т.е. равен допуску посадки. Чертим упрощенную схему полей допусков в масштабе (рис. 1).

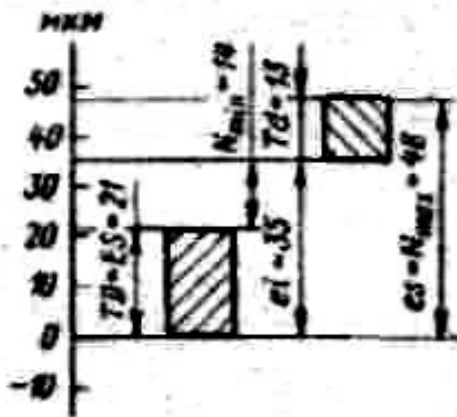
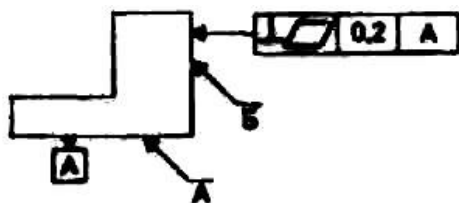


Рис. 1 Схема полей допусков

Точность формы и расположенных поверхностей

Расшифруйте условные обозначения предельных отклонений формы и расположения поверхностей.



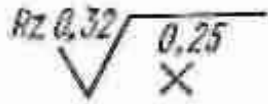
Суммарный допуск перпендикулярности и плоскостности поверхности Б относительно поверхности А 0,2 мм

Шероховатость поверхности

Расшифруйте условное обозначение шероховатости поверхности.



Значение параметра Ra не должно превышать 0,25 мкм при измерении на базовой длине 0,08 мм; направление неровности поверхности – произвольное (знак M), вид обработки поверхности – полирование.



Значение параметра Rz не должно превышать 0,32 мкм при измерении на базовой длине 0,25 мм; направление неровностей – перекрещивающееся (знак X), вид обработки не устанавливается.

Критерии оценивания тестирования.

Оценка 5 «отлично» - Даны правильные ответы на 85 – 100 % заданий.

Оценка 4 «хорошо» - Даны правильные ответы на 70 – 84 % заданий.

Оценка 3 «удовлетворительно» Даны правильные ответы на 55 – 69 % заданий.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - Даны правильные ответы на 1 – 54 % заданий.

Критерии оценивания решения задач.

Оценка 5 «отлично» выставляется, если студент решил все рекомендованные задачи, правильно изложил все варианты их решения.

Оценка 4 «хорошо» выставляется, если студент решил не менее 95% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты решения.

Оценка 3 «удовлетворительно» выставляется, если студент решил не менее 50% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты их решения.

Оценка 2 «неудовлетворительно» выставляется, если студент выполнил менее 50% задания, и/или неверно указал варианты решения.

5. Зачётная ведомость.

МИНИСТЕРСТВО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
И ЗАНЯТОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

**краевое государственное автономное
профессиональное образовательное учреждение
«Дальнегорский индустриально-технологический колледж»**

**КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА**

МДК.01.01. Технология производства сварных конструкций

подготовки квалифицированных рабочих, служащих

код профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Дальнегорск, 2025 год

Комплект контрольно-оценочных средств разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии СПО 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки) основной профессиональной образовательной программы МДК 01.01. Технология производства сварных конструкций

Разработчики: Гаврикова Елена Юрьевна

Организация-разработчик: КГА ПОУ «ДИТК»

Разработчик: Гаврикова Елена Юрьевна, преподаватель

ОДОБРЕН

цикловой методической комиссией

Протокол № 1

от «5» сентября 2025 г.

Председатель Гаврикова Е.Ю.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств
2. Результаты освоения МДК, подлежащие проверке
3. Оценка освоения МДК
 - 3.1. Контроль и оценка освоения МДК
 - 3.1.1 Методы и критерии оценивания
4. Контрольно-оценочные средства для проведения промежуточной аттестации
 - 4.1. Пакет материалов
 - 4.2. Критерии оценки

1. ПАСПОРТ КОМПЛЕКТА КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

В результате освоения МДК 01.01. Технология производства сварных конструкций обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС по профессии СПО 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки) основной профессиональной образовательной программы для профессии СПО следующими умениями, знаниями, которые формируют профессиональные компетенции, и общими компетенциями.

Обучающийся должен знать:

- основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах основные группы и марки свариваемых материалов;
- правила подготовки кромок изделий под сварку;
- виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки;
- правила сборки элементов конструкции под сварку;
- способы устранения дефектов сварных швов
- правила технической эксплуатации электроустановок

Обучающийся должен уметь:

- пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения деятельности;
- выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей);
- применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку;
- использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки

Обучающийся должен иметь практический опыт:

- ознакомления с конструкторской и производственно-технологической документацией по сварке;
- выбора пространственного положения сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей);
- сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку с применением сборочных приспособлений;
- сборки элементов конструкции (изделия, узлы, детали) под сварку на прихватках;
- зачистки ручным или механизированным инструментом элементов конструкции (изделия, узлы, детали) под сварку;
- зачистки ручным или механизированным инструментом сварных швов после сварки
- удаления ручным или механизированным инструментом поверхностных дефектов (поры, шлаковые включения, подрезы, брызги металла, наплывы и т.д.).

Формируемые ОК:

Код	Наименование общих компетенций
ОК 1.	Выбирать способы решения задач деятельности применительно к различным контекстам
ОК 2.	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач деятельности

Формируемые ПК:

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ВД 1	Выполнение подготовительных, сборочных операций перед сваркой и контроль сварных соединений
ПК 1.1.	Проводить сборочные операции перед сваркой с использованием конструкторской, производственно-технологической и нормативной документации
ПК 1.2.	Выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) элементов конструкции (изделий, узлов, деталей)
ПК 1.3.	Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку
ПК 1.4	Проводить подготовку элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистку сварных швов и удаление поверхностных дефектов после сварки с использованием ручного и механизированного инструмента.

Формой промежуточной аттестации по МДК является экзамен.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МДК, ПОДЛЕЖАЩИЕ ПРОВЕРКЕ

В результате аттестации по МДК осуществляется комплексная проверка умений и знаний, а также динамика формирования общих и профессиональных компетенций:

Таблица 1

Результаты (освоенные общие компетенции)	Показатели оценки результата
Уметь:	
У1- Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения деятельности ОК 1. Выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы ОК 2. Выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска.	Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. Использование передовых информационно-коммуникационные технологии. Полнота и точность выделения ключевой информации. Последовательность структурирования.
У2 - Выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) ОК 1. Выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы ОК 2. Выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска.	Выбирает пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) Использование передовых информационно-коммуникационные технологии. Полнота и точность выделения ключевой информации. Последовательность структурирования.
У3 - Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку. ОК 1. Выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы ОК 2. Выделять наиболее значимое в	Выбор материала, заготовок под сварку. Сборочно – сварочные приспособления. Сборка узла, конструкции в целом с последующей сваркой Использование передовых информационно-коммуникационные технологии.

перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска.	Полнота и точность выделения ключевой информации. Последовательность структурирования.
У4 - Использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки ОК 1. Выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы ОК 2. Выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска.	Использует ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки. Использование передовых информационно-коммуникационные технологии. Полнота и точность выделения ключевой информации. Последовательность структурирования.
Знать:	
31 Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах основные группы и марки свариваемых материалов	Основные типы конструктивных элементов и размеры сварных соединений, основные обозначения на чертежах.
32 Правила подготовки кромок изделий под сварку	Правила подготовки кромок изделий под сварку
33 Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки правила сборки элементов конструкции под сварку.	Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки правила сборки элементов конструкции под сварку.
34 - Способы устранения дефектов сварных швов правила технической эксплуатации электроустановок	Способы устранения дефектов сварных швов правила технической эксплуатации электроустановок

3.ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ МДК

3.1. Контроль и оценка освоения МДК по темам (разделам)

Таблица 2

Элемент МДК	Формы и методы контроля			
	Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
	Осваиваемые результаты	Метод контроля	Проверяемые результаты	Форма контроля
Раздел 1. Эксплуатация сварочного оборудования.				
Тема 1.1 Технологичность сварных конструкций и заготовительные операции	31-32 У1-2 ОК1-ОК2	Устный опрос, практические занятия.	31-34 У 1-4 ОК1-ОК2	2 семестр – экзамен
Тема 1.2 Технология изготовления сварных конструкций	31-34 У 1-4 ОК1-ОК2	Устный опрос, практические занятия, тестирование.		

3.1.1. Методы и критерии оценивания

1. Устный опрос. Критерии оценивания.

Оценка 5 «отлично» - ответил на вопросы в объеме лекционного и дополнительного материала, дал полные грамотные ответы на все дополнительные вопросы.

Оценка 4 «хорошо» - грамотно изложил ответы на вопросы, но содержание и формулировки имеют отдельные неточности (допускается нечеткая формулировка определений), в полной мере ответил на заданные дополнительные вопросы.

Оценка 3 «удовлетворительно» - ответил на часть вопросов в объеме лекционного материала и ответил на часть дополнительных вопросов.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - допустил ошибки в определении базовых понятий, искажил их смысл, не ответил на дополнительные вопросы.

2. Тестовое задание. Критерии оценивания.

Оценка 5 «отлично» - правильно выполнено 85 – 100 % заданий.

Оценка 4 «хорошо» - правильно выполнено 70 – 84 % заданий.

Оценка 3 «удовлетворительно» правильно выполнено 55 – 69 % заданий.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - правильно выполнено 1 – 54 % заданий.

3. Практическая работа. Критерии оценивания.

Оценка 5 «отлично» - работа выполнена в полном объеме, с соблюдением алгоритма выполнения: последовательности проведения измерений, заполнения таблиц, графиков и др.; правильно и аккуратно выполнены все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; получены результаты в соответствии с поставленной целью.

Оценка 4 «хорошо»- выполнены требования к отметке «5», но были допущены два-три недочета; не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка 3 «удовлетворительно» - работа выполнена не в полном объеме, но объем выполненной части работы позволяет получить часть результатов в соответствии с поставленной целью.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет получить никаких результатов в соответствии с поставленной целью.

4. КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Экзамен

1. Форма проведения:

2. Условия выполнения:

1. Инструкция для обучающихся: внимательно прочитайте задание.
2. Время выполнения: 20 минут на подготовку к ответу и не более 10 минут на ответ
3. Оборудование учебного кабинета: комплект плакатов, макеты сварочного оборудования.
4. Технические средства обучения:
5. Информационные источники, допустимые к использованию на экзамене:
6. Требования охраны труда:

3. Пакет экзаменатора:

3.1. Перечень тем выносимых на экзамен:

1. Технологичность сварных конструкций: понятие, технологические требования.
2. Основные требования к сварным конструкциям.
3. Понятие о технологическом процессе сварки.
4. Выбор способа сварки и сварочных материалов.
5. Классификация сварных конструкций.
6. Классификация балок.
7. Сварная двутавровая балка: классификация, использование, преимущества.
8. Технология производства сварных балок двутаврового сечения.

9. Технология изготовления балок коробчатого сечения.
10. Технология изготовления рамных конструкций.
11. Прокат и профили для изготовления сварных конструкций.
12. Особенности технологии изготовления решетчатых конструкций — ферм.
13. Технология изготовления решетчатых конструкций.
14. Изготовление конструкций оболочкового типа
15. Сварка сосудов работающих под давлением.
16. Технология сборки и сварки резервуаров рулонированием.
17. Конструктивные элементы сварных соединений.
18. Сборка сварных конструкций.
19. Технология заготовительного производства сварных конструкций.
20. Сборка конструкций под сварку.
21. Очистка проката, деталей и сварных узлов.
22. Сборочно-сварочные операции.
23. Стыковая сборка углового, швеллерного и двутаврового проката.
24. Технология сварки фермы.
25. Технологический процесс сварки ферм.
26. Сварные колонны: назначение, типы, элементы.
27. Технология производства сварных колонн.
28. Технология изготовления сварных труб и трубопроводов.
29. Особенности сварки труб.
30. Способы правильной сварки труб.
31. Подготовка и сборка труб под сварку.
32. Подготовка кромок стыков труб.
33. Сборка труб под сварку.
34. Правила наложения прихваток при сварке труб.
35. Технология сварки труб.
36. Технология сварки поворотных стыков труб.
37. Технология сварки неповоротных стыков труб.
38. Сварка труб с «kozyрьком».
39. Технологический процесс сварки емкостей.
40. Сборка и сварка вертикальных цилиндрических резервуаров.
41. Технология сборки и сварки сферических резервуаров объемом 600 2000 м³.
42. Технология сварки сосудов и резервуаров.

Эталоны ответов на вопросы

1. Технологичность сварных конструкций: понятие, технологические требования.

Под **технологичностью сварной конструкции** понимают совокупность ее свойств, определяющих возможность ее изготовления с наименьшими затратами труда и материалов методами прогрессивных технологий в соответствии с требованиями к качеству.

Главное требование — это соответствие эксплуатационному назначению.

Конструкции должны быть прочными, жесткими и надежными, а также экономичными и минимально трудоемкими при изготовлении и монтаже.

Каждая конструкция проходит три этапа: проектирование, изготовление и сборка или монтаж.

Проектирование начинается с вариантов компоновки возможных схем конструкции и заканчивается методами изготовления, сборки или монтажа.

Конструкция должна обладать устойчивостью, долговечностью, надежностью — по показателям наработки; ремонтпригодностью и технологичностью изготовления.

На этапе проектирования решают следующие вопросы:

- ✓ варианты изготовления,

- ✓ способы сварки,
- ✓ качество и точность заготовок и конструкции в целом,
- ✓ возможность применения механизации сварочных процессов,
- ✓ технологическая простота деталей, заготовок с возможностью применения более производительных процессов изготовления, например, резка на ножницах, пробивка, вырубка на прессах производительней газовой и плазменной резки.

На этом этапе выполняется проработка чертежей всех деталей и заготовок, определяются требования к ним и к конструкции в целом.

При проектировании также решается вопрос выбора материалов по марке и экономичности профилей, с учетом имеющихся типовых схем и конструктивных элементов. Конструктивно предусматривается минимальное воздействие от деформаций при сварке путем применения наименьшего количества сварных швов (в том числе в одном месте), максимальное использование сварки в нижнем положении при минимуме кантовок.

При проектировании также решаются вопросы сборки, монтажа готовой конструкции.

Понятие технологичности сварной конструкции — это возможность изготовления всех деталей конструкции и ее с наименьшими трудовыми затратами удобными способами и с применением самого производительного оборудования, например штамповка деталей вместо кислородной вырезки, и т. п.

Мелкие или самостоятельные сварные конструкции называются *сварными узлами*.

Сварной узел — это часть конструкции (необязательно сварной), представляющей собой соединение двух или нескольких деталей при помощи сварки.

При проектировании, а также при изготовлении сварных конструкций необходимо помнить, что очень большие внутренние напряжения (иногда — до частичного саморазрушения) возможны при сварке электрозаклепками, поэтому следует избегать таких соединений, применяя нахлесточную сварку либо в широких прорезях, либо в отверстиях не менее, например, диаметра 30 мм при толщине верхнего листа 8 мм.

2. Основные требования к сварным конструкциям.

Главное требование — это соответствие эксплуатационному назначению.

Требования к сварным конструкциям:

- Экономичность изготовления
- Небольшая масса конструкции
- Наиболее полное использование физико-механических свойств материалов
- Высокая несущая способность и надежность, отвечающие требованиям и срокам эксплуатации

- Легкость транспортировки и сборки, то есть конструкция должна быть технологичность

Конструкции должны быть прочными, жесткими и надежными, а также экономичными и минимально трудоемкими при изготовлении и монтаже.

Каждая конструкция проходит три этапа: проектирование, изготовление и сборка или монтаж.

Конструкция соответствует своему *эксплуатационному назначению*, если она наилучшим образом выполняет предписанные ей функции. Необходимо учитывать особенности эксплуатации конструкции: характер внешней среды, вид действующих нагрузок и т. д.

Под *надежностью* понимают свойство конструкции сохранять во времени в заданных пределах значения эксплуатационных показателей, характеризующих ее способность выполнять требуемые функции. Надежность — комплексное свойство, которое в зависимости от назначения конструкции может включать в себя долговечность, безотказность и ремонтпригодность.

Под *долговечностью* понимают свойство изделия сохранять работоспособность до наступления предельного состояния.

Безотказность — свойство изделия непрерывно сохранять работоспособность в течение определенного промежутка времени.

Под *прочностью* сварной конструкции понимают ее способность противостоять разрушению и необратимому изменению формы под действием внешних нагрузок. Прочность зависит от свойств основного металла и сварочных материалов, а также от условий эксплуатации данной конструкции.

Сварные конструкции должны быть *экономичными* с точки зрения расхода металла. Трудоемкость изготовления конструкции будет наименьшей, если она имеет простую форму и состоит из минимального числа деталей, предусмотрена возможность механизированной обработки, а также обеспечены простота и удобство сборки и сварки.

Монтаж — последний этап производства сварных конструкций, осуществляемый в наиболее тяжелых условиях. Поэтому основными требованиями к монтажным работам являются их простота, удобство и высокая скорость выполнения, а также малая трудоемкость.

3. Понятие о технологическом процессе сварки.

Производственный процесс изготовления сварной конструкции включает в себя *технологические, контрольные и транспортные операции*.

Операция - часть производственного процесса, выполняемая одним или несколькими рабочими на одном рабочем месте без переналадки оборудования. Операция делится на переходы - элементарно законченные части операции (собрать фланец с трубой и прихватить прихваточными швами длиной 10 мм в трех точках и т.д.).

Технологическими операциями сборочно-сварочного участка могут быть:

- операции предварительной обработки металла, включающие в себя очистку, правку и раскрой проката;
- изготовление деталей и их обработка, включая разметку под вырезку, разделку кромок, удаление окалины и т.д.;
- сборка и сварка деталей в сборочные единицы и узлы;
- зачистку швов, снятие остаточных напряжений, правку, контроль качества, отделочные работы.

Производственный процесс регламентируется производственной документацией: конструкторской, нормативно-технической (ГОСТы, ОСТы), маршрутным и рабочим техпроцессами. В маршрутном техпроцессе устанавливается последовательный перечень операций по изготовлению изделия, выясняются необходимые типы технологического, транспортного, контрольного оборудования и оснастки, а также приближенную трудоемкость, численность рабочих и их разряд. Рабочий техпроцесс отличается от маршрутного более детальной проработкой. *Его рекомендуется разрабатывать в следующей последовательности:*

- производится мысленное расчленение изделия по его чертежу на сборочные единицы с выделением базовых деталей;
- устанавливается рациональная последовательность операций: сборочных, сварочных, контрольных, транспортных на основе т/экономического сравнения вариантов;
- производится выбор и назначение способов предварительной обработки материала и устанавливается рациональная последовательность операций по изготовлению деталей и их подготовке к сварке;
- выбираются сварочные материалы, и рассчитывается их расход, производится расчет режимов сварки, выбираются типы сварочного, станочного и прочего оборудования, оснастки и определяется трудоемкость каждой операции путем технического нормирования.

4. Выбор способа сварки и сварочных материалов.

Способ сварки выбирается и назначается конструктором изделия и указывается в чертеже (Гост и тип соединения). Чертежи являются исходным документом для технолога при разработке техпроцесса. Изменения в чертеже, касающиеся изменения способа сварки и типа соединения, вносятся в чертежи изделия только по обоснованному представлению технологической службы конструкторской службе.

Проектирование сварной конструкции проводится в несколько этапов: эскизное проектирование, технический проект и рабочие чертежи.

На этапе *эскизного проектирования* намечаются контуры сварного узла, выбирается материал, определяются сечения элементов и одновременно конструктор назначает расположение сварных соединений, их тип и способ сварки. Решение этих вопросов во многом определяет технологичность сварного узла (изделия в целом). Отработка технологичности на данном этапе идет путем консультаций в техотделах, а также путем согласований с ОГС.

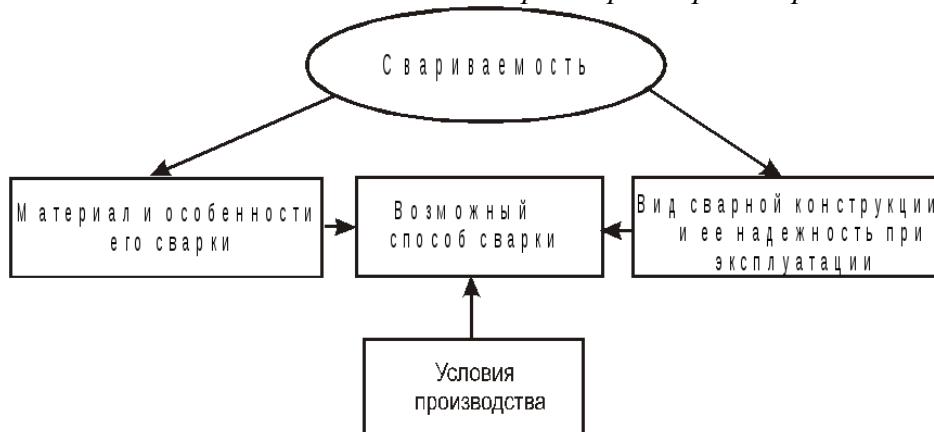
На стадии технического проекта конструкции сварных узлов разрабатываются, как правило, в нескольких вариантах, которые сравнивают по технологичности и надежности в эксплуатации.

На этапе рабочего проектирования разрабатываются рабочие чертежи изделия и назначаются ТУ на сборку, монтаж и испытания.

Выбор способа сварки. Выбор способа сварки рекомендуется проводить в следующей последовательности:

1. Провести анализ требуемого качества сварного соединения, т. е. возможного количества дефектов, допустимого уровня остаточных напряжений и деформаций.

Взаимосвязь возможного способа сварки и факторов свариваемости



2. Анализ особенностей сварки материала конструкции.

3. Анализ конструктивных элементов сварного изделия (толщины, длины и формы швов, общие размеры и допуски на них, масса и т.д.) и требований по надежности эксплуатации.

Анализ по пунктам 1, 2, 3 позволяют выбрать несколько возможных способов сварки. Окончательный выбор оптимального способа сварки следует из анализа на технологичность в данных условиях производства. Анализ на технологичность сводится к разработке нескольких вариантов маршрутного техпроцесса, а также последовательности переходов в сборочно-сварочных операциях с последующей технологической и экономической оценкой вариантов. Лучшим вариантом является вариант с более низкой себестоимостью.

Выбор сварочных материалов. Он производится в два этапа: выбираются несколько материалов, удовлетворяющих требованиям свариваемости (по п. 1, 2, 3) алгоритма выбора способа сварки); окончательно сварочные материалы выбираются после выбора оптимального способа сварки.

5. Классификация сварных конструкций.

Большое разнообразие сварных конструкций затрудняет их единую классификацию. Сварные конструкции можно классифицировать:

- по способу получения заготовок (листовые, литосварные, кованосварные, штампосварные);
- целевому назначению (вагонные, судовые, авиационные и др.);
- характерным особенностям их работы (балки, рамы, фермы, емкости, сосуды, работающие под давлением, трубы и трубопроводы, корпусные конструкции и т. п.).

Типы сварных конструкций.

Балки - конструктивные элементы, работающие в основном на поперечный изгиб; жестко соединенные между собой балки образуют рамные конструкции.

Колонны - элементы, работающие преимущественно на сжатие или сжатие с продольным изгибом.

Решетчатые конструкции - система стержней, соединенных в узлах таким образом, что они испытывают главным образом растяжение или сжатие; к решетчатым конструкциям относятся фермы, мачты, арматурные сетки и каркасы.

Конструкции, испытывающие избыточное давление - конструкции, к которым предъявляют требование герметичности соединений; к этому типу конструкций относятся различные емкости, сосуды и трубопроводы.

Корпусные транспортные конструкции - конструкции, подвергающиеся динамическим нагрузкам, поэтому к ним предъявляют требования высокой жесткости при минимальной массе (основные конструкции данного типа - корпуса судов, вагонов, кузова автомобилей).

Детали машин и аппаратов работают преимущественно при переменных, многократно повторяющихся нагрузках, поэтому характерным требованием для них является получение точных размеров, обеспечиваемое главным образом механической обработкой заготовок или готовых деталей (примерами таких конструкций являются станины, валы, колеса).

6. Классификация балок.

Одним из наиболее распространенных элементов стальных конструкций является балка или элемент, работающий на изгиб.

Балками называются элементы конструкций, работающие в основном на поперечный изгиб (в отдельных случаях они работают и на косой изгиб или на кручение).

Балки являются наиболее распространенными элементами конструкций.

По статической схеме различают:

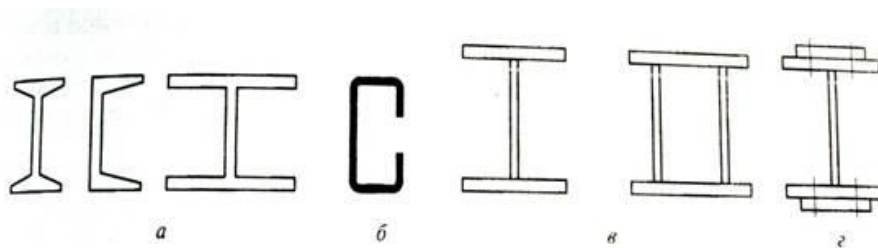
1. однопролетные (разрезные);
2. многопролетные (неразрезные);
3. консольные балки.

Разрезные балки проще неразрезных в изготовлении и монтаже, нечувствительны к различным осадкам опор, но уступают последним по расходу металла на 10...12%. Неразрезные балки разумно применять при надежных основаниях, когда нет опасности перегрузки балок вследствие резкой разницы в осадке опор. Консольные балки могут быть как разрезными, так и многопролетными. Консоли разгружают пролетные сечения балок и тем самым повышают экономические показатели последних.

По типу сечения балки могут быть:

1. Прокатными;
2. Составными: сварными, клепаными или болтовыми.

В строительстве наиболее часто применяют балки двутаврового сечения. Они удобны в компоновке, технологичны и экономичны по расходу металла.



Сечения балок:

a — прокатных; *b* — тонкостенных гнутых; *v* — составных сварных; *z* — сварных с усилением на высокопрочных болтах

7. Сварная двутавровая балка: классификация, использование, преимущества.

С появлением сварных балок, компоновка которых отлична друг от друга, архитектура зданий стала гораздо разнообразнее. Стало возможным оснащать сооружения широкими пролетами и длинными выносными конструкциями. К тому же за счет уменьшения веса несущей конструкции удалось значительно сократить расходы.

Сварная балка имеет две основные составляющие — *полку и стенку*. Балки с различной компоновкой имеют разную толщину, параллельные или под уклоном грани полок. Для их изготовления используется широкий набор материалов. Балки каждой компоновки обладают собственными техническими характеристиками и конкретное назначение.

Двутавровая сварная балка — это конструкция, изготовленная листовой стали, которая по своим размерам и форме напоминает горячекатаную балку. Механические параметры данного изделия регламентируются ГОСТом 23118-99, а предельные отклонения по поперечному сечению и форме согласованы с ГОСТом 26020-83. Стандарты не исключают возможности изготовления двутавровой сварной балки на заказ по специальным чертежам.

Типы двутавровых балок

Двутавровые балки, в зависимости от исполнения, подразделяются на типы:

- широкополочная;
- с параллельными гранями;
- колонная;
- нормальная;
- с уклоном граней полок;
- для армирования стволов шахт;
- для устройства подвесных путей.

Большим преимуществом двутавровой балки является ее относительно невысокая металлоемкость. С помощью этого конструкционного элемента можно возводить объекты с максимальной надежностью, экономя при этом значительные средства. Наиболее часто данная металлоконструкция применяется в жилищном строительстве. Находит применение это изделие и при сооружении каркасов сельскохозяйственных и промышленных объектов.

Преимущества сварных балок

Использование сварных балок в строительстве дает ряд существенных преимуществ:

- По сравнению с горячекатаной балкой масса конструкции снижается на 10% за счет сбалансированного подбора сечения. Сварная балка способна выдержать большее напряжение, чем горячекатаная балка аналогичной массы.
- Возможно соединение разных типов стали в одном изделии за счет использования сварки в процессе изготовления.

- Получение стенок и полок несимметричного сечения — посредством сварки создается изделие переменного сечения, что дает большую свободу дизайнерской мысли в архитектуре.

- Отсутствие обрезков и прочих отходов (балка изготавливается заранее заданной длины).

- Безупречная надежность, обеспечиваемая полной ультразвуковой проверкой сварного шва балки.

8. Технология производства сварных балок двутаврового сечения.

Мелкие партии делают с применением электродуговой или аргоновой сварки в зависимости от марки металла, его способности свариваться.

Для изготовления сварных балок промышленным способом применяются специальные сварочные линии. Для защиты ванны расплава от окисления применяют флюсы.

Сварка балки в автоматическом режиме схожа с ручным изготовлением двутавра.

Основные технологические этапы:

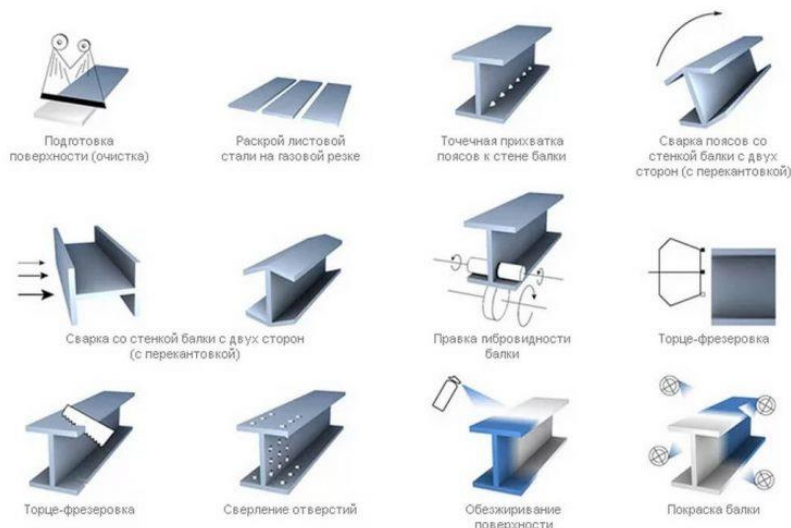
1. раскрой листового проката на полосы необходимой ширины на терморезке с программным управлением, средняя скорость раскроя 1 м/мин.

2. фрезерование торцов на торцефрезерных станках сокращает зазор стыка между стеной и полкой, улучшает качество сварки;

3. процесс сборки двутавра осуществляется с большой скоростью на специальном станке, ленты металла фиксируют прижимные приспособления с гидравлическими усилителями; сначала делается т-образный стык, затем присоединяется вторая стенка; такую конструкцию удобно сваривать;

4. сварные работы проводятся на автоматах портального типа двух видов: а) наклоненными электродами неглубоко проваривают сразу два шва; б) шов в «лодочку» создается поэтапно: сначала с одной стороны двутавровой перегородки, затем с другой; металл проваривается на большую глубину;

5. завершающий этап – правка двутавровой балки на специальных роликах, устраняются небольшие перекосы, возникшие во время сборки и сварки профиля.



Технология изготовления двутавровых балок

Производительность комплексных линий высокая, швы получаются прочные, процент брака невысокий.

Во время сварки двутавровой балки из-за несоблюдения технологии возникает кристаллизация стали от высокой температуры. Из-за расхождения по фазам в металле возникают внутренние напряжения. Снижается прочность и жесткость, увеличивается риск коррождения.

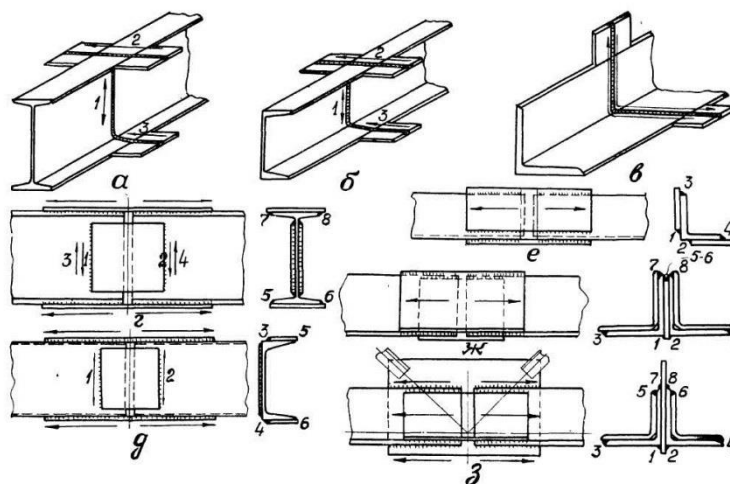
При сварке стальных листов возможны и другие дефекты:

- нарушение формы шва отклонение от формы наружных поверхностей или геометрии стыка;
- прожоги, когда расплав вытекает из ванны, образуются дырки в шве;
- подрезы – канавки вдоль границы соединения;
- трещины, образующиеся в местах разрыва шва;
- шлаковые или вольфрамовые включения в диффузионном слое, при высокой скорости сварки образуются тугоплавкие оксиды.

Металлоизделия с дефектами ненадежные, они не выдержат большой нагрузки на изгиб, кручение. Их отбраковывают и проваривают снова, если это возможно.

Сварка двутавровых балок между собой.

Монтаж балочных металлоконструкций предусматривает соединение двутавров встык или под углом. Для усиления соединений используют металлические накладки – прямоугольники, вырезанные из листового проката.



Сварка двутавров

а, б, в – встык; г, д, е, ж, з – накладками; → – направление сварки; 1–8 – очередность наложения швов.

Сварка балок встык проводится после обработки торцов. На них делают угловые скосы, чтобы шов хорошо проварился. Дополнительно на каждую из сторон стенок и обе полки обязательно крепят накладки, их приваривают для укрепления и защиты соединительного шва. При таком соединении несущая конструкция из двутавровых балок после сварки не снижается.

Под углом двутавры соединяют так, чтобы второстепенный опирался на главный. В верхней полке главного вырезают равнобедренный треугольник с вершиной в 90° . Его место займет аналогичная вставка второстепенного двутавра, срезы должны плотно прилегать друг к другу. Нижняя полка срезается на $\frac{1}{2}$ ширины так, чтобы срез упирался в полку главной двутавровой балки. Сварка проводится заподлицо. Усиливается соединение нижней накладкой.

Второстепенный швеллер приваривается к опорному двутавру под углом 90° . Сначала стыкуют верхнюю полку швеллера с балочной полкой, срезая их под углом 45° . Нижние полки соединяются так, чтобы швеллер упирался в стенку двутавровой балки, лишнее срезается. Затем наваривается нижняя укрепляющая накладка.

В горизонтальном положении сварку проводить легче. Продольная ось искривляется минимально. При вертикальной сварке возможен прогиб поперечин, поэтому проводят разметку всех ребер жесткости.

Накладки для сварки двутавра выкраиваются в форме ромба, размещаются симметрично продольной оси. Обвариваются косыми швами по всему периметру.

Накладки концентрируют напряжение у швов, компенсируя изменившуюся после сварки форму сечения.

Двутавровые балки рассчитывают на большую нагрузку. При работе с ними необходимо придерживаться разработанной технологии. Она учитывает распределение усилий по направляющим. Качественно выполненные сопряжения – залог долгой эксплуатации металлоконструкций.

9. Технология изготовления балок коробчатого сечения.

Балки коробчатого сечения (рис. 36, а) сложнее в изготовлении, чем двутавровые, но они имеют большую жесткость на кручение и поэтому находят широкое применение в конструкциях крановых мостов. При большой длине таких балок полки и стенки сваривают стыковыми соединениями из нескольких листовых элементов.

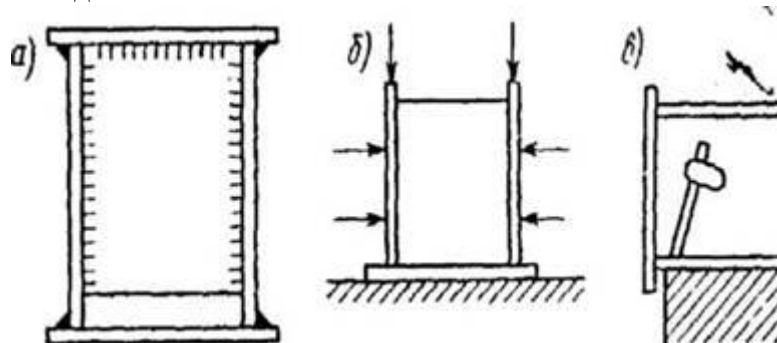
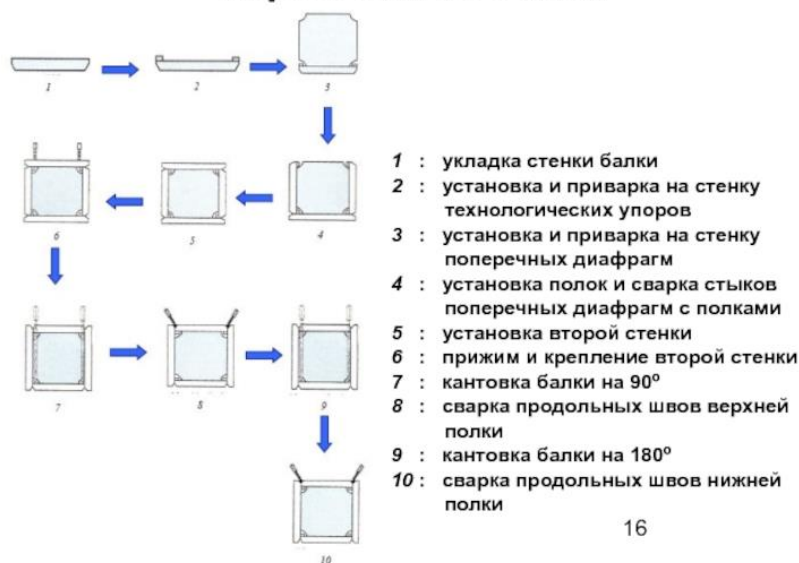


Рис. 36. Изготовление балок коробчатого сечения: а - сечение балок; б - установка боковых стенок; в - сварка внутренних швов

Сначала на стеллаж укладывают *верхний пояс (полку)*, расставляют и приваривают к нему *диафрагмы*. Такая последовательность определяется необходимостью создания жесткой основы для дальнейшей установки и обеспечения прямолинейности *боковых стенок*, а также их симметрии относительно верхнего пояса. После приварки диафрагм устанавливают, прижимают (рис. 36, б) и прихватывают *боковые стенки*. Затем собранный П - образный профиль кантуют и внутренними угловыми швами приваривают *стенки к диафрагмам* (рис. 36, в). Сборку заканчивают установкой *нижнего пояса*. Сварку поясных швов осуществляют после завершения сборки и ведут наклонным электродом без поворота в положение «*в лодочку*». Это объясняется тем, что для балки коробчатого сечения подрез у поясного шва менее опасен, чем для двутавра, поскольку в балках коробчатого сечения сосредоточенные силы передаются с пояса на стенку не непосредственно, а главным образом через поперечные диафрагмы.

Балки коробчатого сечения имеют большое количество диафрагм и ребер жесткости, что определяет технологические особенности их изготовления.

Общая технология изготовления коробчатых балок



16

10. Технология изготовления рамных конструкций.

Рамы представляют собой объемную пространственную конструкцию, предназначенную для соединения отдельных деталей и механизмов в единый агрегат. Одно из главных требований, предъявляемых к рамам, — жесткость конструкции. Поэтому входящие в состав сварной рамы балочные заготовки соединяют друг с другом жестко либо непосредственно, либо с помощью вспомогательных элементов жесткости.

Размеры рам и их конструктивное оформление весьма разнообразны, поэтому различны и методы получения балок для рам.

Рамы транспортных средств предназначены для соединения и размещения на них различных механизмов и агрегатов для выполнения ими различных функций.

В зависимости от назначения рамы бывают: плоскостные, корпусные и комбинированные.

Конструкции рам представляют собой сварную конструкцию. Основное требование сварной конструкции (рамы) минимально возможные остаточные напряжения после сварки.

При проектировании рам широко применяются: - листовой прокат; - профили: уголок, швеллер, двутавр, тавр; - трубы: круглые, квадратные, прямоугольные; - гнутые профили: уголок, швеллер и другие прогрессивные профили.

Плоскостная рама имеет прямоугольную плоскую форму; состоит из продольных балок; — лонжеронов и поперечных балок; - траверс, распорных и усилительных элементов, увеличивающих жесткость рамы, соединённых между собой сваркой. Корпусная рама является разновидностью сварного корпуса.

Комбинированная рама представляет собой пространственную конструкцию содержащая элементы балок и корпуса. В раму могут входить узлы различных комбинаций: штампо-сварные, прокатно-сварные, ковано-сварные.

Технологический процесс изготовления рамы включает в себя изготовление продольных балок – лонжеронов, поперечин и их сборку. Лонжероны изготавливают из проката, штампуют в гибочных штампах или листогибочных машинах и прессах. Из проката целесообразно изготавливать прямые лонжероны без изгиба в продольном сечении. В поперечном сечении эти лонжероны могут иметь форму швеллера постоянной высоты, прямоугольную или коробчатую, образованные сваркой различного проката. Заготовки лонжеронов вырезают из листа гильотинными ножницами, газовой резкой. Листовой прокат до резки, а также вырезанные заготовки подвергают правке.

Механическая обработка лонжеронов включает фрезерование полок и скалывание фасок под сварку.

Поперечины, кронштейны и другие детали рамы изготавливают из профильного проката листового материала, путем гибки и последующей сварки. Для сборки лонжеронов с поперечинами используют сборочные стенды.

После сборки (сварки) проводят контроль основных размеров рамы и её геометрической формы, а также обработку отдельных поверхностей и отверстий для присоединения агрегатов и узлов изделия при общей сборке.

11. Прокат и профили для изготовления сварных конструкций.

Широкое применение при изготовлении сварных конструкций имеют полуфабрикаты, получаемые в результате прокатки. Совокупность форм и размеров поперечных сечений этих полуфабрикатов называют *сортаментом*, а форму поперечного сечения - *профилем*.

Для изготовления сварных конструкций применяют *сортовой и фасонный прокат (уголки, балки, швеллеры), листовой прокат, трубы и гнутые профили*.

Рациональный выбор профиля металла для изготовления сварных конструкций позволяет снизить материалоемкость, уменьшить затраты труда и стоимость изготовления изделия.

Сортовой прокат делят на профили простой геометрической формы (квадрат, круг, шестигранник, прямоугольник) и фасонные профили (уголок, швеллер, тавр, двутавр, полово-бульб, рельс и др.).

Профили круглой и квадратной формы из стали прокатывают с диаметром или стороной квадрата соответственно

- 5- 250 мм, шестигранной - с диаметром вписанного круга
- 6- 100 мм, стальные полосовые профили имеют ширину 10- 200 мм и толщину 4- 60 мм. Цветные металлы и их сплавы прокатывают преимущественно в виде круга, квадрата или прямоугольника.

Листовой прокат делят на профили толстолистовые (толщиной 4—160 мм) и тонколистовые (толщиной менее 4 мм). Листы толщиной менее 0,2 мм называют фольгой. Листы из холоднокатаной стали имеют большую точность и меньшую шероховатость поверхности, чем из горячекатаной.

Фасонные профили выпускают разных типоразмеров:

- уголки равнополочные, неравнополочные;
- балки двутавровые - стандартных размеров и широкополочные. Кроме того, выпускают двутавровые балки облегченные и колонные профили легкой и тяжелой серий (номер профиля балки означает ее высоту (см));
- швеллеры - и облегченные (см);
- трубы - бесшовные (изготавливают из углеродистых и легированных сталей) имеют диаметр 30-650 мм с толщиной стенки 2-160 мм и холоднотянутые и холоднокатаные; сварные изготавливают из углеродистых и низколегированных сталей

12. Особенности технологии изготовления решетчатых конструкций — ферм.

Общим для решетчатых конструкций является наличие в узлах соединений нескольких отдельных стержней того или иного сечения.

Решетчатые конструкции - система стержней, соединенных в узлах таким образом, что они испытывают главным образом растяжение или сжатие; к решетчатым конструкциям относятся фермы, мачты, арматурные сетки и каркасы

Фермы, как и балки, работают на поперечный изгиб. Конструктивные формы балок проще, однако, при достаточно больших пролетах применение ферм оказывается более экономичным.

Характерные схемы решеток ферм показаны на рис. 1. Треугольная (а) и раскосная (б) схемы являются основными.

Фермы, воспринимающие нагрузки по верхнему или нижнему поясу, с целью уменьшения длины панели изготавливают по схемам, изображенным на рис. 1, в, г. Иногда применяют без раскосные фермы с жесткими узлами (рис. 1, д). По очертанию поясов фермы могут быть с параллельными поясами или с поясами, образованными ломаной линией (рис. 1, е).

По назначению фермы разделяют на стропильные и мостовые.

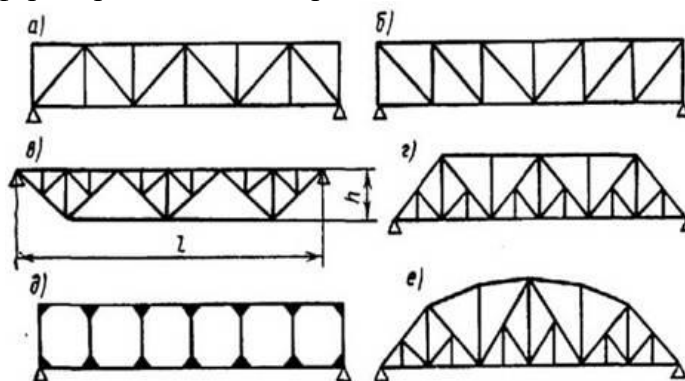


Рис 1 Схемы решеток а) – треугольная; б) – раскосная; в), г) – шпренгельная; д) – безраскосная; е) – с ломанным поясом

13. Технология изготовления решетчатых конструкций.

Решетчатые конструкции - система стержней, соединенных в узлах таким образом, что они испытывают главным образом растяжение или сжатие; к решетчатым конструкциям относятся фермы, мачты, арматурные сетки и каркасы

Подготовка металла к сварке: низколегированные стали разрезают на заготовки газовой, плазменной или воздушно-дуговой резкой с последующей зачисткой участков нагрева резцовыми или абразивными инструментами до удаления следов огневой резки. Перед сборкой стыка свариваемые кромки на ширину до 20 мм зачищают до металлического блеска и обезжиривают. Стыки собирают в сборочных приспособлениях или с помощью прихваток. Их ставят с применением присадочных проволок той же марки, какой будет выполнена сварка.

Высота прихватки равна 0,6 — 0,7 толщины свариваемых деталей, но не менее 3 мм, при толщине стенки до 10 мм или 5-8 мм при толщине стенки более 10 мм. Прихватки необходимо выполнять с полным проваром. Их поверхность должны быть тщательно зачищена.

Прихватки, имеющие недопустимые дефекты следует удалить механическим способом. Сварочную проволоку в течение 1,2 — 2 ч прокалывают при температуре 150 — 250°C.

Ржавчина на проволоке резко ухудшает стабильность процесса сварки. Удалять ржавчину рекомендуется травлением проволоки в 5 % — ном растворе соляной кислоты с последующим прокаливанием 1,5 — 2 ч при температуре 150 — 250°C. 2. Технологический процесс сварки металлической фермы начинается с изготовления ее элементов — уголков, швеллеров, косынок и т. п. по заданным чертежам. Изготовленные элементы фермы собирают на стеллаже или в стапелях и скрепляют короткими сварными швами. Последовательность наложения сварных швов при сварке фермы, собранной на прихватках, должна выполняться в соответствии с технологией, предусматривающей получение минимальных короблений, допустимых без последующей рихтовки фермы — порядок сварки узлов всегда следует вести от середины фермы к ее концам.

1. На стеллажах, пользуясь фиксаторами, ограничителями и закрепляющими устройствами, выкладывают согласно чертежу первые ветви верхнего и нижнего пояса фермы.

2. В узловых точках поясов устанавливают косынки, прижимают их струбцинами или скобками к ветвям поясов и прихватывают.

3. Проверяют правильность положения поясов и узловых точек, измеряя линейкой или струной по направлению стоек, раскосов и связей их теоретическую длину между взаимно противоположными точками и одновременно наносят на косынках риски по направлению элементов решетки.

4. Выкладывают первые ветви стоек и раскосов, выдерживая величину минуса в каждом узле и, ориентируясь по совпадению рисок на косынках и на концах стержней решетки, прижимают стержни к косынкам и ставят прихватки.

5. Кантуют собранную ветвь фермы на 180° , выкладывают согласно чертежу прокладки на поясах и элементах решетки, прижимают их и прихватывают.

6. Выкладывают вторые ветви поясов, стоек, раскосов и связей, ориентируясь по первой ветви каждого элемента, прижимают их и прихватывают к косынкам и прокладкам.

7. Производят сварку собранной фермы. Сварку узлов начинают от середины фермы и ведут симметрично к ее концам. В каждом узле сначала приваривают косынки к поясам, а затем стойки и раскосы к косынкам.

8. Кантуют второй раз ферму на 180° и производят в таком же порядке сварку узлов со стороны первых ветвей поясов, стоек и раскосов.

9. После сварки всех швов ферма подвергается заключительным операциям, по окончании которых поступает в склад готовой продукции. Сборка и сварка фермы.

14. Изготовление конструкций оболочкового типа

Конструкции оболочкового типа собирают из листовых заготовок и сваривают герметичными швами. В зависимости от габаритных размеров, конструктивного оформления и характерных особенностей изготовления и эксплуатации оболочковые конструкции разделяют:

- - на негабаритные емкости и сооружения;
- - сосуды, работающие под давлением;
- - трубы и трубопроводы.

Емкости и сооружения имеют размеры, намного превышающие габарит подвижного железнодорожного состава. Такие изделия изготавливают на заводе по частям и отправляют на место монтажа отдельными секциями.

Примеры негабаритных емкостей приведены на рис. 1.

К негабаритным сооружениям относят, например, сооружения доменных комплексов, имеющие высоту 40 м и более. К ним предъявляют требования герметичности и прочности. Кожух доменной печи - несущая конструкция; его собирают из листовых элементов толщиной до 60 мм и сваривают стыковыми соединениями. Диаметр кожуха может превышать 15 м. Воздухонагреватели, пылеуловители и скрубберы представляют собой цилиндрические сосуды диаметром 7-11 м со сферическими или коническими куполами. Их собирают и сваривают стыковыми соединениями из листовых элементов толщиной 10-20 мм.

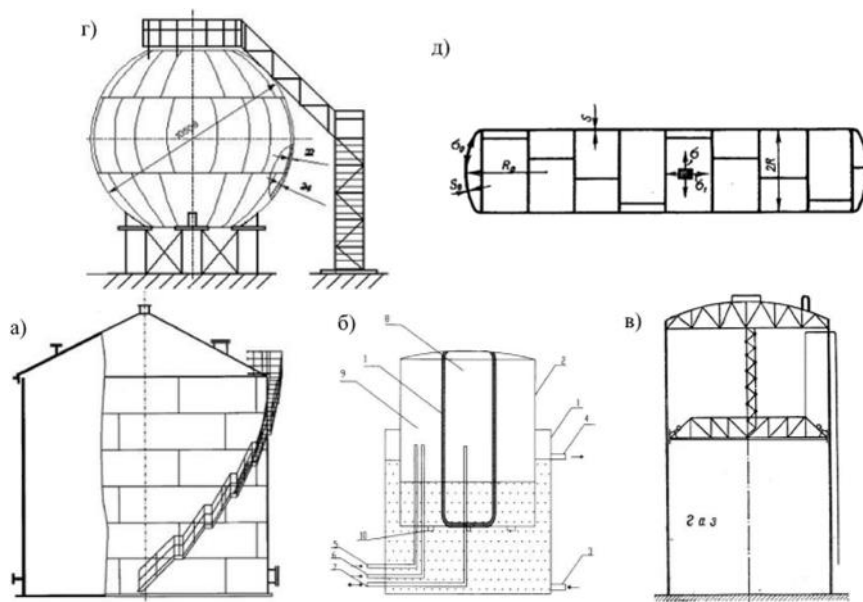


Рис. 1. Примеры негабаритных емкостей:

а - вертикальный цилиндрический резервуар; б - мокрый газгольдер; в - сухой газгольдер; г - сферический резервуар; д - газгольдер постоянного объема

15. Сварка сосудов работающих под давлением.

Сварка сосудов и их элементов должна производиться в соответствии с требованиями технических условий на изготовление сосудов и утвержденных в установленном порядке производственных инструкций; последние должны быть разработаны с учетом специфики изготавливаемых изделий.

К сварке сосудов и их элементов допускаются сварщики, имеющие удостоверения установленного образца на право производства сварочных работ, выданные квалификационной комиссией в соответствии с Правилами аттестации сварщиков, утвержденными Росгоснадзором. При этом сварщики могут быть допущены только к тем видам работ, которые указаны в удостоверениях.

Перед допуском сварщика к выполнению сварочных работ, связанных с изготовлением сложных или специфичных сварных конструкций, предприятие обязано провести специальную подготовку и испытание сварщика, сделав об этом отметку в его удостоверении.

Перед началом сварки должно быть проверено качество сборки соединяемых элементов, а также состояние стыкуемых кромок и прилегающих к ним поверхностей. При сборке

Прихватки должны выполняться с применением присадочных материалов, предусмотренных техническими условиями для данного сосуда.

Недопустимые дефекты сварки, обнаруженные в процессе изготовления сварных сосудов и их элементов, должны быть устранены сваркой и подвергнуты повторному контролю.

Не допускается ведение сварочных работ по изготовлению сосудов и их элементов при температуре окружающего воздуха ниже 0°C .

При монтаже и ремонте сосудов допускается сварка при отрицательной температуре окружающего воздуха, если соблюдены требования, предусмотренные в нормальных, или технических условиях, или инструкциях по монтажу и ремонту сосудов.

При дожде, ветре и снегопаде сварочные работы по монтажу сосуда могут выполняться лишь при условии надлежащей защиты сварщика и места сварки.

Технология сварки сосудов должна быть детально разработана и предусматривать такой порядок выполнения работ, при котором внутренние напряжения в сварных соединениях будут минимальными.

16. Технология сборки и сварки резервуаров рулонированием.

При изготовлении емкостей и сооружений большого размера из листового проката целесообразно основной объем работ выполнять на заводе-изготовителе. Для этого каждую конструкцию расчлняют так, чтобы отправочные элементы имели возможно большие размеры, но в пределах габарита железнодорожного подвижного состава. С целью увеличения размеров отправочных элементов толщиной до 16-18 мм был разработан метод *рулонирования*, получивший широкое распространение. Узлы конструкции в виде полотнищ большого размера собирают, сваривают и сворачивают в рулон на специальных установках. Схема такой установки показана на рис. 1а, б.

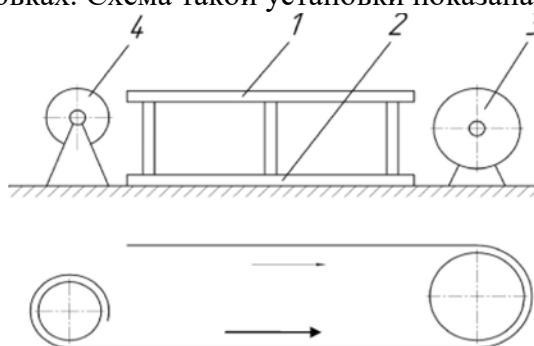


Рис. 1. Схема двухъярусного станка: а — схема станка; б — схема движения полотнища

Необходимость сварки с двух сторон предопределяет наличие двух ярусов 1 и 2, а также поворотного кружала 3 для передачи полотнищ с одного яруса на другой с поворотом на 180° .

Перемещение полотнища и его сворачивание обеспечиваются рабочим кружалом 4. На ярусах 1 и 2 располагают четыре рабочих участка: сборки, сварки с одной стороны, сварки с другой стороны, контроля и исправления дефектов.

Сворачивание рулона производят после завершения работ на каждом из участков. При этом полотнище наворачивают на вспомогательный элемент, закрепляемый в рабочем кружале. Размеры полотнища определяют из условия рационального членения конструкции. Например, боковые стенки вертикальных цилиндрических резервуаров выполняют из одного, двух и более полотнищ в зависимости от размеров емкости, с тем, чтобы масса рулона не превышала 40-65 т. Ширина полотнища соответствует высоте боковой стенки резервуара, т.е. составляет 12-18 м; такая же ширина двухъярусной установки для сборки, сварки и сворачивания полотнищ.

Днища резервуаров и газгольдеров, диаметр которых превышает 12 м, приходится выполнять из нескольких полотнищ. Если масса каждого из этих полотнищ невелика, то они сворачиваются в один рулон. Боковые стенки листовых конструкций башенного типа также выполняют из нескольких полотнищ, каждое из которых имеет длину, равную периметру боковой стенки. Ширина рулона в этом случае соответствует высоте монтажного блока и выбирается по грузоподъемности кранового оборудования на монтаже.

Расположение листов в полотнище, их толщина и типы соединений определяются как конструктивными, так и технологическими соображениями. Листы толщиной 7-8 мм и более собирают и сваривают стыковыми соединениями, а более тонкие — нахлесточными. Это объясняется тем, что нахлесточные соединения тонких листов проще собирать и сваривать, причем сворачивание такой нахлестки затруднений не вызывает. При толщине листов более 7-8 мм нахлестка приобретает заметную жесткость и неудобна для сворачивания. Напротив, стыковое соединение листов такой толщины оказывается приемлемым как с позиции сборки и сварки под флюсом, так и с позиции последующего

сворачивания в рулон. Из этих же соображений все соединения полотнищ днища нахлесточные, а листов полотнищ башенного типа - стыковые.

17. Конструктивные элементы сварных соединений.

К конструктивным элементам сварных швов и соединений относятся размеры кромок под сварку и размеры сварного шва. Кромками называются соединяемые края деталей при сварке. Размеры подготовленных кромок свариваемых деталей и размеры сварного шва регламентируются в зависимости от условного обозначения соединения и толщины металла в соответствии с ГОСТом и РД на сварные соединения различных способов сварки.

Определения размеров.

Зазор — расстояние между кромками (b).

Притупление — нескошенная часть торца кромки (c).

Угол разделки кромок — угол между скошенными кромками свариваемых частей (α).

Угол скоса кромки — острый угол между плоскостью скоса кромки и торцом (β).

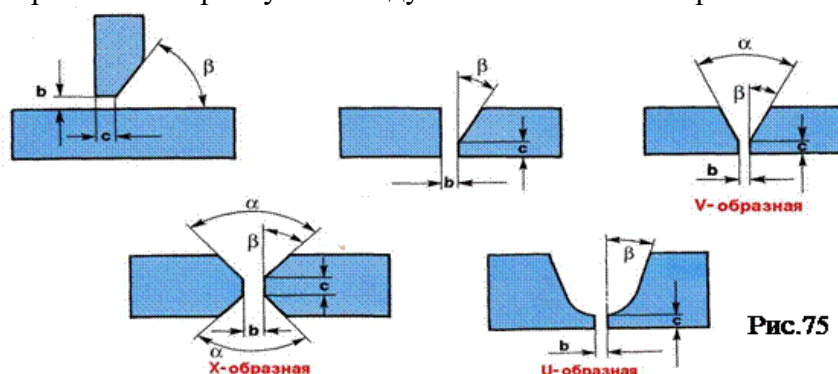


Рис. 75

Ширина шва — расстояние между видимыми линиями сплавления на лицевой стороне шва (e).

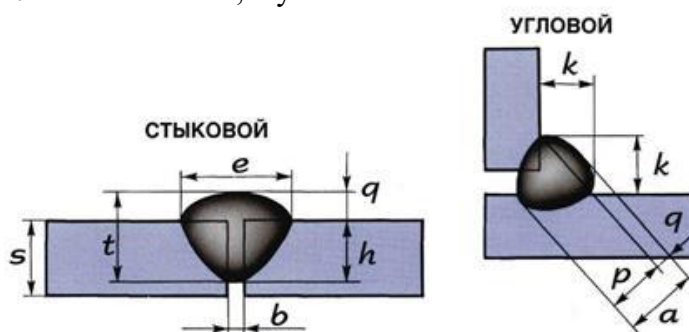
Усиление стыкового шва — часть металла стыкового шва, возвышающаяся над поверхностью свариваемых частей (q).

Усиление углового шва — часть металла, образующая выпуклость углового шва (q).

Глубина проплавления — наибольшая глубина расплавления основного металла в сечении шва (h).

Катет шва — кратчайшее расстояние от поверхности одной из свариваемых частей до границы углового шва на поверхности другой свариваемой части (k).

Толщина шва — t стыкового шва, α углового шва



Конструктивные элементы сварных соединений в справочной литературе называются *геометрическими параметрами*.

Размеры e и k указаны на чертежах сварных конструкций. Глубина провара h обычно равна толщине металла S. Остальные размеры даны в соответствующих ГОСТах.

18. Сборка сварных конструкций.

Сборка сварных конструкций представляет собой весьма ответственный и трудоемкий процесс. Хорошее качество сборки — первое и необходимое условие высокого качества сварки. При индивидуальном производстве сборка может занимать 30—50% общего времени изготовления сварной конструкции. При хорошем оснащении сборочных операций приспособлениями и кондукторами затраты времени на сборку сварных конструкций могут быть значительно уменьшены.

При выполнении сборочных операций необходимо:

- 1) точно выдерживать проектные размеры;
- 2) правильно и постоянно выдерживать зазоры;
- 3) точно располагать детали по отношению друг к другу в соответствии с проектом;
- 4) обеспечивать точное положение плоскостей собираемых элементов под углом их пересечения;
- 5) обеспечивать минимальный допуск на смещение поверхностей деталей стыковых соединений.

В зависимости от типа изделия устанавливают определенные технические требования на сборку. С точки зрения сварки требованием, входящим в технические условия, является обеспечение определенных конструктивных параметров сварных соединений. Так, специфической особенностью при сборке деталей, соединяемых встык сваркой плавлением, является соблюдение определенных зазоров между свариваемыми кромками. Величина зазоров зависит от толщины соединяемых элементов и устанавливается нормативами или ГОСТом.

К разработанным технологическим процессам сборки и сварки должны быть приложены операционные, инструкционные и нормировочные карточки. Сборка сварных конструкций может осуществляться;

- 1) по разметке;
- 2) по контрольным отверстиям;
- 3) при помощи шаблонов, упоров, фиксаторов и специальных приспособлений (кондукторов), облегчающих сборочные операции.

Наиболее целесообразными видами сборки и сварки конструкций является сборка и сварка отдельных узлов, а затем сборка и сварка этих узлов в целую конструкцию в цехах или на монтаже. Узловая сборка и сварка дают возможность механизировать сборочно-сварочные операции, повысить качество сборочно-сварочных работ и производительность труда.

Преимущества узловой сборки:

- 1) возможность автоматизации сварочных работ, так как швы более доступны и кантовка узла значительно легче, чем кантовка всей конструкции;
- 2) детали свариваются в свободном состоянии и остаточные напряжения от поперечной усадки незначительны;
- 3) возможность создания поточных линий производства;
- 4) технологические недостатки сборочно-сварочных работ (деформации, напряжения и др.) могут быть легко исправлены в отдельных узлах и не создавать накопления этих недостатков в целой конструкции;
- 5) возможность механизации сборочных операций и поднятия культуры производства на более высокую ступень.

Дальнейшее развитие изготовления сварных конструкций требует создания механизированной оснастки сборочно-сварочных работ, повышения точности размеров узлов, которые в цехах и на монтаже соединяются в целую сварную конструкцию.

19. Технология заготовительного производства сварных конструкций.

Технология изготовления сварных конструкций включает в себя несколько последовательно выполняемых операций. Различают *основные и вспомогательные операции*.

Основными операциями считают заготовительные (18...24 %), сборочные (10...32 %), сварочные (14...27 %) и отделочные (5... ..13 %). Отделочными являются контрольные операции, термическая и механическая обработка, окраска и упаковка.

Доля вспомогательных операций, связанных непосредственно со сваркой, составляет 5... 10 %, а общих, связанных главным образом с транспортировкой свариваемых элементов конструкции, — 15...42 %.

При изготовлении сварных конструкций приходится соединять между собой заготовки и узлы, полученные различными технологическими методами: отливки, поковки, штамповки, прессованные заготовки, прокатные (листовые и профильные) детали.

Литые, кованные и штампованные заготовки обычно поступают на сварку в готовом виде, не требующем дополнительных операций. При работе с прокатом после подбора металла по размерам и маркам стали выполняют следующие операции: правку, разметку, резку, обработку кромок, гибку и очистку под сварку.

Правка. Листовой прокат требует правки (устранения деформаций) в том случае, если металлургический завод поставляет его в неуправленном виде, а также если деформации возникли при транспортировании.

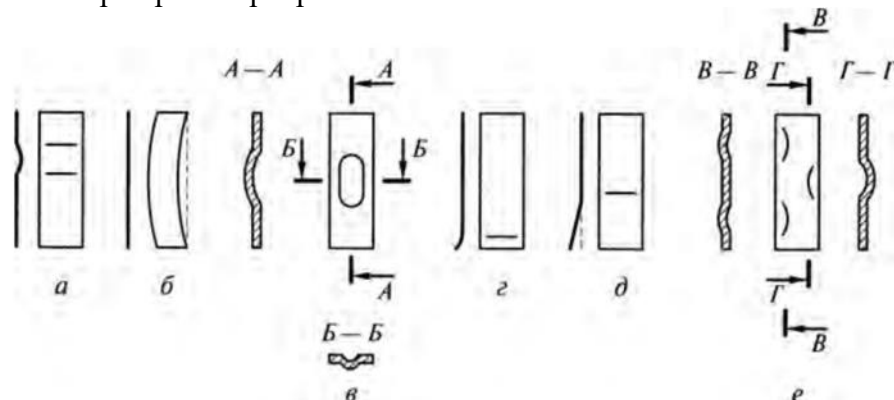


Рис. 1. Виды деформаций листов:

А — волнистость; *б* — серповидность; *в* — местное выпучивание; *г* — заломленные кромки; *д* — местная вогнутость; *е* — волнистость поперек части листа

Деформирования стальных листов приведены на рис. 1: в виде волнистости вдоль или поперек листа (рис. 1, *а, е*), серповидности (рис. 1, *б*), местного выпучивания (рис. 3.1, *в*), заломленных кромок (рис. 1, *г*), местной вогнутости (рис. 1, *д*).

Правка достигается в результате изгиба и растяжения путём многократного пропускания листов между верхними и нижними рядами валков. По такому же принципу работают углоправильные вальцы для правки уголков (рис. 2).

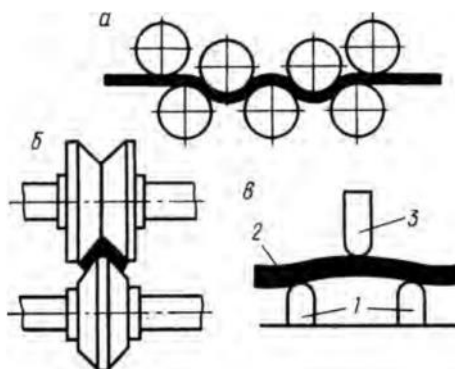


Рис. 2. Схема правки листовых и профильных элементов: *а* — на листоправильных вальцах; *б* — в углоправильных вальцах; *в* — на прессе

Правка двутавров и швеллеров производится на правильно-гибочных прессах.

Разметка индивидуальная - трудоёмкая операция. Более производительная операция - наметка по шаблонам. Однако изготовление специальных наметочных шаблонов целесообразно только для серийного производства или для повторяющихся конструкций единичного производства.

Резка. При изготовлении деталей сварных конструкций применяются следующие виды резки: на ножницах, на отрезных станках, термическая, в штампах на прессах.

Резать на отрезных станках можно материал большего сечения, чем на ножницах, и качество резки получается более высоким, однако трудоёмкость резки при этом значительно увеличивается. Поэтому отрезные станки применяются для резки профилей, которые невозможно резать на ножницах, например, для резки труб, профилей большого сечения, профилей под углом или в случаях, когда необходимо обеспечить высокую точность резки.

Разделительная термическая резка (кислородная и плазменно-дуговая) находит исключительно широкое применение в заготовительных работах. *Ручная и полуавтоматическая резка* производится обычно по разметке, а автоматическая - с помощью копирных устройств или компьютерных программ.

Ручная резка имеет ограниченное применение для получения заготовок сварных конструкций, так как она более трудоёмка и не обеспечивает требуемую точность реза. Машинная резка позволяет вырезать детали сложной формы с высокой точностью, исключаются трудоёмкие операции разметки, обеспечивается высокая производительность. Поэтому она является одним из наиболее прогрессивных технологических процессов.

20. Сборка конструкций под сварку.

Процесс сборки сварного изделия состоит из ряда последовательных операций. Прежде всего требуется подать заготовки, из которых собирают изделие или сварной узел, к месту сборки. Затем необходимо установить эти заготовки в сборочном устройстве в определённом положении. В этом положении детали должны быть закреплены, после чего их сваривают.

При сборке важно выдерживать необходимые *зазоры и совмещение кромок*. Сборку заготовок под автоматическую сварку выполняют более тщательно, чем под ручную. Глубокий провар, большой объём сварочной ванны, жидкотекучесть расплавленного металла и постоянная скорость сварки приводят к необходимости выдерживания при сборке одинаковых зазоров, углов разделки и притупления кромок, так как в противном случае возможно образование непроваров или прожогов. Особое внимание следует уделять равномерности зазора по всей протяжённости шва, так как в местах с увеличенным зазором швы получаются вогнутыми, а в местах с заниженным зазором не только уменьшается проплавление, но и получается большая выпуклость шва.

Точность сборки проверяют шаблонами, измерительными линейками и различного рода щупами.

Детали закрепляют зажимными элементами сборочных приспособлений, а затем при необходимости прихватывают. *Прихватки ставят с лицевой стороны соединения.*

Приспособления и оснастка для сборки могут быть универсальными, предназначенными для большого количества разнообразных изделий, и специальными, применяемыми для одного или нескольких однотипных изделий.

Сборочные приспособления и оборудование можно разделить на следующие основные группы, приведенные ниже.

1. *Сборочные кондукторы*- устройства, состоящие из плоской или пространственной рамы или плиты, на которой размещены установочные и зажимные элементы, обеспечивающие необходимое расположение собираемых заготовок. В

кондукторах обычно производится и сварка собранных изделий, поэтому основание кондуктора должно быть жёстким и прочным для восприятия усилий, возникающих в изделиях при сварке.

2. Сборочные стенды и установки, предназначенные обычно для сборки крупных изделий. Они имеют, как правило, неподвижное основание с размещёнными на нём установочными и зажимными элементами.

3. Сборно-разборные приспособления, составленные из отдельных взаимозаменяемых стандартных элементов, предназначенных для сборки различных изделий широкой номенклатуры. Приспособление состоит из плиты с Т-образными пазами, а также установочными и зажимными элементами, с помощью которых обеспечивается жёсткое закрепление деталей.

4. Переносные сборочные приспособления, например стяжки, струбицы, распорки, применяемые в единичном производстве, при монтаже и в строительстве.

21. Очистка проката, деталей и сварных узлов.

Для очистки проката, деталей и сварных узлов применяют механические и химические методы. Удаление загрязнения, ржавчины и окалины производят с помощью *дробеструйных и дробеметных аппаратов*, а также используют зачистные станки, рабочим органом которых являются *металлические щетки, иглофрезы, шлифовальные круги и ленты*.

При дробеструйной и дробеметной очистке применяют чугунную или стальную дробь размером от 0,7 до 4 мм в зависимости от толщины металла.

Химическими методами проводят обезжиривание и травление поверхности. Различают ванный и струйный методы. В первом случае детали последовательно опускают в ванны с различными растворами и выдерживают в каждом из них определенное время. Во втором случае последовательная подача растворов различного состава на поверхность деталей производится струйным методом, что позволяет осуществлять непрерывный процесс очистки.

Химический способ очистки эффективен, однако в производстве сварных конструкций его применение ограничено высокой стоимостью оборудования для очистки сточных вод. Для предохранения металла от коррозии кроме очистки обычно проводят пассивирование или грунтовку поверхности, позволяющие осуществлять сварку без удаления защитного покрытия.

Очищенные поверхности листового проката не должны иметь следов ржавчины, окалины, масла и прочих загрязнений. Не допускаются расслоения, закаты, трещины, а для двухслойной стали — и отслоения коррозионностойкого слоя. Чистоту поверхности проверяют прежде всего визуально для выявления дефектов металла.

Требования к очистке поверхности металлов и сплавов перед сваркой

Для обеспечения высокого качества сварного шва очистке от средств консервации, загрязнений, ржавчины и оксидных пленок, а также от слоев металла с нарушенными свойствами, подвергают стыкуемые поверхности, внешние и внутренние (в случае сквозного проплавления) поверхности деталей на расстоянии в обе стороны от будущего шва шириной:

- не менее 5 мм — для стыковых соединений, выполняемых дуговой, электроннолучевой и лазерной сваркой, контактной сваркой оплавлением, сваркой встык нагретым элементом при номинальной толщине свариваемых деталей до 5 мм включительно;

- не менее номинальной толщины стенки детали — для стыковых соединений, выполняемых дуговой, электронно-лучевой и лазерной сваркой, контактной сваркой оплавлением, сваркой встык нагретым элементом при номинальной толщине свариваемых деталей от 5 до 20 мм;

- не менее 20 мм — для стыковых соединений, выполняемых дуговой и электронно-лучевой сваркой, контактной сваркой оплавлением, сваркой встык нагретым элементом при номинальной толщине свариваемых деталей свыше 20 мм, а также для стыковых и угловых соединений, выполненных газовой сваркой, независимо от толщины стенки свариваемых деталей и при ремонте дефектных участков в сварных соединениях;
- не менее 5 мм (независимо от толщины свариваемых деталей) — для угловых, тавровых и нахлесточных сварных соединений и участков для вварки труб в трубные доски, выполняемых дуговой, электронно-лучевой и лазерной сваркой;
- не менее 50 мм (независимо от толщины свариваемых деталей) для сварных соединений, выполняемых электрошлаковой сваркой.

22. Сборочно-сварочные операции.

Сборочная операция при изготовлении сварных конструкций имеет целью обеспечение правильного взаимного расположения и закрепления деталей собираемого изделия. Сборку можно производить на плите, стеллаже, стенде или в специальном приспособлении. В условиях индивидуального производства расположение деталей в узле нередко задается разметкой; для их фиксации используют *струбцины, планки, скобы с клиньями* и другие простейшие универсальные приспособления.

Использование специальных сборочных приспособлений позволяет повысить производительность труда и улучшить качество сборки. Основой сборочного приспособления является *жесткий каркас* с упорами, фиксаторами и прижимами (рис. 1).

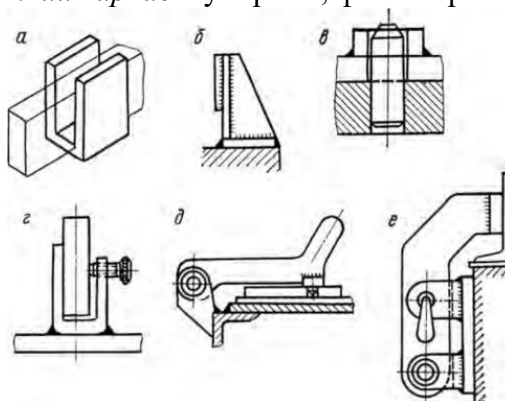


Рис. 1. Элементы сборочных приспособлений: *a* — карман; *б* — упор; *в* — палец; *г* — зажим; *д* — палец откидной; *е* — упор откидной

При сборке детали заводят в приспособление, укладывают по упорам или фиксаторам и закрепляют прижимами. *Винтовые, рычажные или эксцентриковые прижимы* (рис. 2) просты, но они приводятся в действие вручную. Использование пневматических, гидравлических, пневмогидравлических, магнитных или вакуумных (рис. 3) прижимов значительно сокращает вспомогательное время, особенно если требуется зажать изделие одновременно в нескольких местах.

Фиксация собранных деталей чаще всего осуществляется на прихватках. В таком виде собранный узел должен обладать такой жесткостью и прочностью, какая необходима при извлечении его из сборочного приспособления и транспортировке к месту сварки, а также для уменьшения сварочных деформаций.

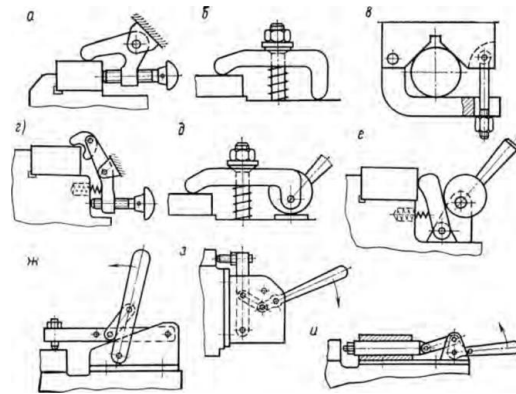


Рис. 2. Схемы механических устройств: а — г — винтовые; д, е — эксцентровые; ж—и — рычажные

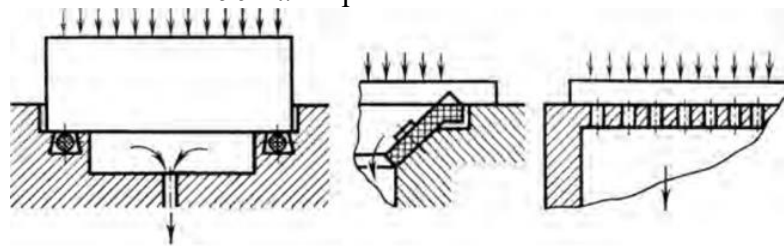


Рис. 3 Схемы вакуумных зажимов

При назначении размеров и расположения прихваток учитывают еще и необходимость предотвращения их вредного влияния на качество выполнения сварных соединений и работоспособность конструкции. Поэтому прихватки должны иметь небольшие размеры поперечного сечения и располагаться в местах, где они полностью будут переварены при укладке основных швов. Если же прихватки накладывают в местах, где швы проектом не предусмотрены, то после сварки такие прихватки следует удалить, а поверхности — тщательно зачистить. При использовании сборочно-сварочных приспособлений сварку выполняют после сборки, не вынимая изделия из приспособления, поэтому в ряде случаев можно обходиться без прихваток.

Последовательность выполнения сборочных и сварочных операций может быть различной:

- 1) сварку производят после полного завершения сборки;
- 2) сборку и сварку выполняют попеременно, например, при изготовлении конструкции путем наращивания отдельных элементов;
- 3) общей сборке и сварке конструкции предшествует сборка и сварка подузлов и узлов.

Последовательность операций устанавливают в зависимости от характера производства, типа конструкции, ее габаритов и требуемой точности размеров и формы.

При выполнении тех или иных швов положение изделия в процессе сварки приходится изменять. Это осуществляется с помощью приспособлений: *позиционером, вращателя, кантователя, роликовых стенов, манипуляторов*. Приспособления могут быть как установочные, переводящие изделие в положение, удобное для сварки, так и сварочные, обеспечивающие кроме установки изделия его перемещение со скоростью, равной скорости сварки, или включают элементы, направляющие движение сварочной головки. Использование того или иного типа сборочно-сварочной оснастки определяется конструкцией изделия, принятой технологией изготовления и программой выпуска.

Универсальные приспособления общего назначения используются для сборки и сварки изделий широкой номенклатуры в условиях единичного и мелкосерийного производства. Такие приспособления изготавливаются централизованно и могут быть приобретены в готовом виде.

Для изготовления изделий при крупносерийном и массовом их производстве разрабатывают специальные приспособления, предназначенные для использования на отдельных операциях.

Помимо универсальных и специальных приспособлений в мелкосерийном и единичном производстве используют также универсально-сборные приспособления (УСП). Оснастка такого типа представляет собой набор различных элементов: универсальных плит с продольными и поперечными пазами, типовых сменных упоров, штырей, прихватов, планок, крепежных деталей (рис. 4).

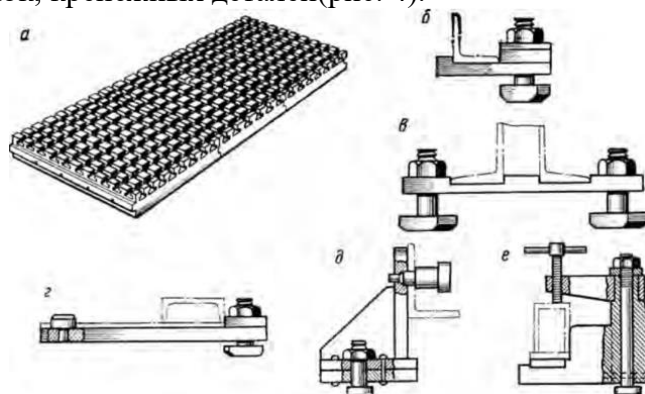


Рис. 4 Элементы УСП:

А — универсальная плита; *б* — упор; *в* — карман; *г*, *д* — упор с фиксатором; *е* — поворотный прижим

23. Стыковая сборка углового, швеллерного и двутаврового проката.

Конструкции из профильного металлопроката обычно собирают встык.

Угловую сталь стыкуют следующими способами.

Способом стыковки листовыми накладками соединяют одиночные уголки. Стык может перекрываться накладками полностью и в этом случае усилия с уголков передаются на накладки через фланговые швы. Можно также сначала сварить уголки между собой, а затем стык перекрыть накладками (комбинированный стык), но такое соединение хуже работает под нагрузкой.

Стыковку короткими уголками без прокладки или с прокладкой применяют при стыковке парных уголков. Ширина полок стыкуемых уголков должна быть такой, чтобы при установке их на место получался уступ, достаточный по размеру для наложения полноценного углового шва.

Швеллеры и двутавровые балки стыкуют наиболее часто с применением листовых накладок. При этом допускается зазор в стыке между торцами швеллеров и балок до 50 мм.

При соединении уголков, швеллеров и балок соблюдают следующие правила. Соединяемые детали укладывают в одну линию, не допуская перелома в стыке как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости.

Накладки на стенке швеллеров и балок располагаются симметрично относительно продольной оси сечения и подтягивают плотно с помощью струбцин к соединяемым деталям.

Кромки накладок, перекрывающих полки стыкуемых уголков, швеллеров и балок, должны быть параллельны кромкам стыкуемых деталей.

На полки уголков, швеллеров и балок в комбинированном стыке накладки устанавливают после того, как будет проверена зачистка шва и его качество.

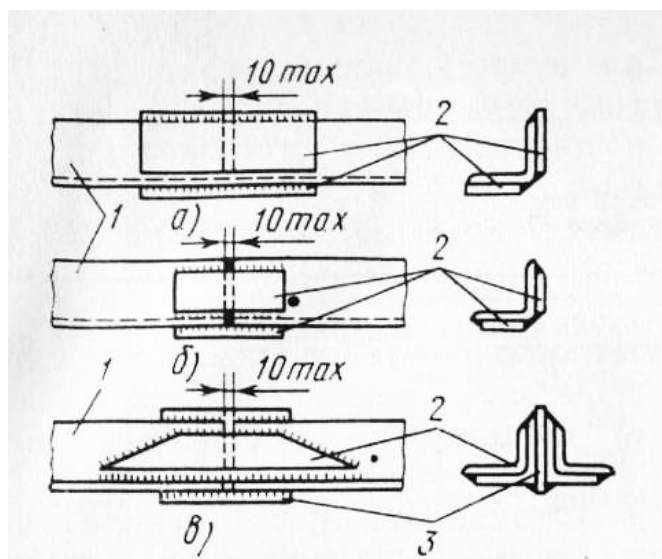


Рис. 1. Стыковые соединения угловой стали: а — стык, перекрытый листовыми накладками, б — комбинированный стык, в — стык, перекрытый уголками и листовой фасонкой; 1 — стыкуемые уголки, 2 — стыковые накладки (уголки), 3 — прокладки.

24. Технология сварки фермы.

Слово «ферма» происходит от латинского «firmus», что означает «прочный», поэтому уже по самому названию можно судить о высокой надежности, жесткости подобных конструкций.

Металлическая ферма — это жесткая конструкция, состоящая из раскосов и/или стоек, соединенных в узлы. Нагрузка на стойки распределяется равномерно. Верхний пояс фермы работает на сжатие по оси, а нижний — на растяжение.

Металлическая ферма представляет собой систему стержней, которые соединены друг с другом в узлах и формируют конструкцию, неизменяемую геометрически.

Металлические сварные фермы широко используют при строительстве промышленных и гражданских зданий, мостов, мачт, вышек и т.д. Это объясняется высокой прочностью и жесткостью ферм и небольшими затратами металла на их производство.

Технологический процесс сварки металлической фермы начинается с изготовления ее элементов: уголков, швеллеров, косынок по заданным чертежам. Изготовленные элементы фермы собирают на стеллаже или в стапелях и скрепляют короткими сварными швами. Если сборка велась на стеллаже, то затем по всей длине фермы устанавливают фиксирующие винтовые прижимы - фиксаторы, которые определяют геометрические размеры собранной фермы.

Собранную ферму снимают со стеллажа для сварки, а стеллаж с установленными на нем фиксаторами используют для сборки следующей фермы.

Последовательность наложения сварных швов при сварке фермы, собранной на прихватках, должна соответствовать технологии, предусматривающей получение минимальных короблений, допустимых без последующей рихтовки фермы.

Узлы фермы (рис. 1) сваривают последовательно - от середины фермы к опорным узлам. Сначала выполняют стыковые, а затем угловые швы. Если швы - разного сечения, то вначале накладывают швы с большим сечением, а затем - с меньшим.

Каждый элемент при сборке прихватывают швом длиной 30-40 мм. Близко расположенные швы нельзя выполнять сразу. Вначале дают остыть тому участку основного металла, где будет накладываться близко расположенный шов. Это снизит перегрев металла и пластические деформации.

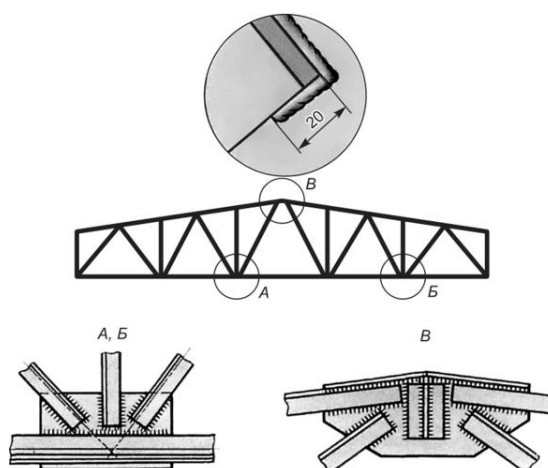


Рис. 1 Сварка фермы и ее узлов А, Б, В

Последовательность выполнения продольных швов показана на рис. 2.

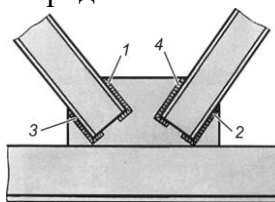


Рис. 2. Последовательность выполнения продольных швов

25. Технологический процесс сварки ферм.

1. *Подготовка металла к сварке:* низколегированные стали разрезают на заготовки газовой, плазменной или воздушно-дуговой резкой с последующей зачисткой участков нагрева резцовыми или абразивными инструментами до удаления следов огневой резки. Перед сборкой стыка свариваемые кромки на ширину до 20 мм зачищают до металлического блеска и обезжиривают.

Стыки собирают в сборочных приспособлениях или с помощью прихваток. Их ставят с применением присадочных проволок той же марки, какой будет выполнена сварка.

Высота прихватки равна 0,6 - 0,7 толщины свариваемых деталей, но не менее 3 мм, при толщине стенки до 10 мм или 5-8 мм при толщине стенки более 10 мм. Прихватки необходимо выполнять с полным проваром. Их поверхность должны быть тщательно зачищена. Прихватки, имеющие недопустимые дефекты следует удалить механическим способом. Сварочную проволоку в течение 1,2 - 2 ч прокаливают при температуре 150 - 250°C. Ржавчина на проволоке резко ухудшает стабильность процесса сварки. Удалять ржавчину рекомендуется травлением проволоки в 5 % - ном растворе соляной кислоты с последующим прокаливанием 1,5 - 2 ч при температуре 150 - 250°C.

2. *Технологический процесс* сварки металлической фермы начинается с изготовления ее элементов - уголков, швеллеров, косынок и т. п. по заданным чертежам. Изготовленные элементы фермы собирают на стеллаже или в стапелях и скрепляют короткими сварными швами. Последовательность наложения сварных швов при сварке фермы, собранной на прихватках, должна выполняться в соответствии с технологией, предусматривающей получение минимальных короблений, допустимых без последующей рихтовки фермы - порядок сварки узлов всегда следует вести от середины фермы к ее концам.

1. На стеллажах, пользуясь фиксаторами, ограничителями и закрепляющими устройствами, выкладывают согласно чертежу первые ветви верхнего и нижнего пояса фермы.

2. В узловых точках поясов устанавливают косынки, прижимают их струбцинами или скобками к ветвям поясов и прихватывают.

3. Проверяют правильность положения поясов и узловых точек, измеряя линейкой или струной по направлению стоек, раскосов и связей их теоретическую длину между взаимно противоположными точками и одновременно наносят на косынках риски по направлению элементов решетки.

4. Выкладывают первые ветви стоек и раскосов, выдерживая величину минуса в каждом узле и, ориентируясь по совпадению рисок на косынках и на концах стержней решетки, прижимают стержни к косынкам и ставят прихватки.

5. Кантуют собранную ветвь фермы на 180° , выкладывают согласно чертежу прокладки на поясах и элементах решетки, прижимают их и прихватывают.

6. Выкладывают вторые ветви поясов, стоек, раскосов и связей, ориентируясь по первой ветви каждого элемента, прижимают их и прихватывают к косынкам и прокладкам.

7. Производят сварку собранной фермы. Сварку узлов начинают от середины фермы и ведут симметрично к ее концам. В каждом узле сначала приваривают косынки к поясам, а затем стойки и раскосы к косынкам.

8. Кантуют второй раз ферму на 180° и производят в таком же порядке сварку узлов со стороны первых ветвей поясов, стоек и раскосов.

9. После сварки всех швов ферма подвергается заключительным операциям, по окончании которых поступает в склад готовой продукции.

Технология выполнения швов

Узлы фермы сваривают последовательно - от середины фермы к опорным узлам. Сначала выполняют стыковые, а затем угловые швы. Если швы разного сечения, то вначале накладывают швы с большим сечением, а затем с меньшим. Каждый элемент при сборке прихватывают швом длиной 30-40мм. Близко расположенные швы не выполняются сразу. Сначала дают остыть тому участку основного металла, где будет накладываться близко расположенный шов. Это снизит перегрев металла и пластические деформации. Контроль продольного шва выводят на торец привариваемого элемента на длину 20 мм. (см.рис. 1.)



Рис. 1. Длина продольного шва.

При сварке деталей ферм используют следующие виды соединений:

- нахлесточное соединение с обваркой контура уголка прочнее и жестче (рис. 2).

Целесообразно перекрещивать полки уголков, перпендикулярные к плоскости соединения. Во избежание появления в стержнях лишних изгибающих и крутящих моментов целесообразно соединять элементы фермы так, чтобы линии центров изгиба сечений пересекались в одной точке.

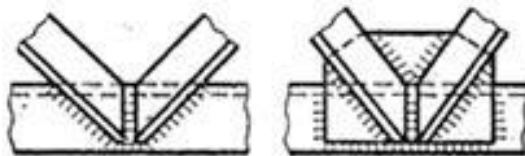


Рис. 2.

Соединение полками, обращенными в одну сторону компактнее (см.рис. 3.).



Рис.3.

- узел фермы с косынкой - жесткость соединения усиливают косынками. Соединение с накладными косынками значительно прочнее и жестче (рис 4).

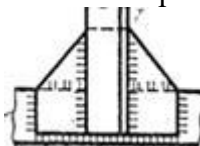


Рис. 4. Узел фермы с косынкой.

- узел фермы с накладкой: к горизонтальному стержню фермы, представляющему в сечении двутавр, приваривается двумя угловыми швами 1 надставка. При длине швов более 500 мм они накладываются обратноступенчатым способом. Два стержня, каждый из которых состоит из двух уголков, устанавливаются на надставку и прихватываются к ней с таким расчетом, чтобы геометрические оси стержней и балки пересекались в одной точке. Сначала накладываются лобовые швы 2, затем фланговые 3 и 4, направление сварки которых должно быть от лобового шва к краям надставки. Во избежание коробления надставки швы 3 и 4 следует накладывать одновременно с обеих сторон надставки либо поочередно с одной и с другой стороны (см.рис.5).

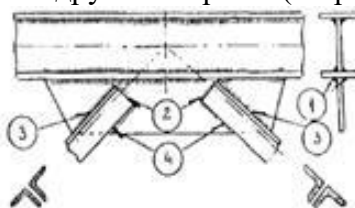


Рис. 5 Узел фермы с надставкой.

Конец продольного шва выводят на торец привариваемого элемента на дли

- узел фермы с прокладкой используют в случае, когда сечение всех стержней состоит из парных элементов - уголков или швеллеров. Парные элементы стержней соединяют между собой с зазором, в который вставляется прокладка. Сначала приваривается горизонтальный стержень к прокладке швами 1 и 2. Сварку рекомендуется вести одновременно с обеих сторон прокладки двумя сварщиками. Затем таким же образом приваривается вертикальная стойка, а потом две наклонные стойки (см.рис.6)

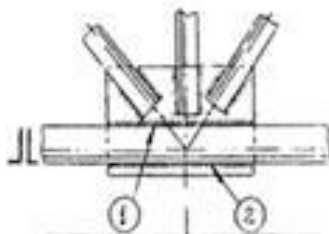


Рис.6 Узел фермы с прокладкой.

26. Сварные колонны: назначение, типы, элементы.

Колонна – это конструктивный элемент, работающий в основном на поперечный изгиб или сжатие.

Колонной называется вертикальный стержень, работающий на сжатие и передающий давление на фундамент.

Колонны служат для передачи нагрузки от вышерасположенных конструкций через фундаменты на грунт. *Каждая колонна состоит из 3 основных частей:*

- *стержня* — основного несущего элемента колонны;
- *оголовка*, представляющего собой опору для вышележащей конструкции и распределяющего нагрузку по сечению стержня;
- *базы (башмака)*, распределяющей сосредоточенную нагрузку от стержня по поверхности фундамента и закрепляющей колонну в фундаменте.

Наиболее распространенные типы колонн приведены на рисунке 1. Самая простая по конструкции колонна — прокатный двутавр. Однако нежелательно использовать прокатный двутавр в тех случаях, когда в плоскости меньшей жесткости применяются дополнительные раскрепления (связи).

Широкое распространение получили составные *двутавровые сечения*.

Сечения элементов (полки и стенки) выбирают такими, чтобы обеспечить одинаковую жесткость в обоих направлениях. Такие колонны имеют достаточно высокую технологичность в изготовлении и экономичны по затратам металла. С точки зрения экономики еще более рациональны сварные колонны *трубчатого сечения*. Однако ввиду дефицита труб такие колонны применяются редко.

Все шире применяют сварные колонны из прокатных широкополочных двутавров. Этот профиль обладает высокой жесткостью как в плоскости, так и из плоскости стенки и требует минимальных затрат при изготовлении сварной колонны.

В некоторых случаях применяются и другие сечения.

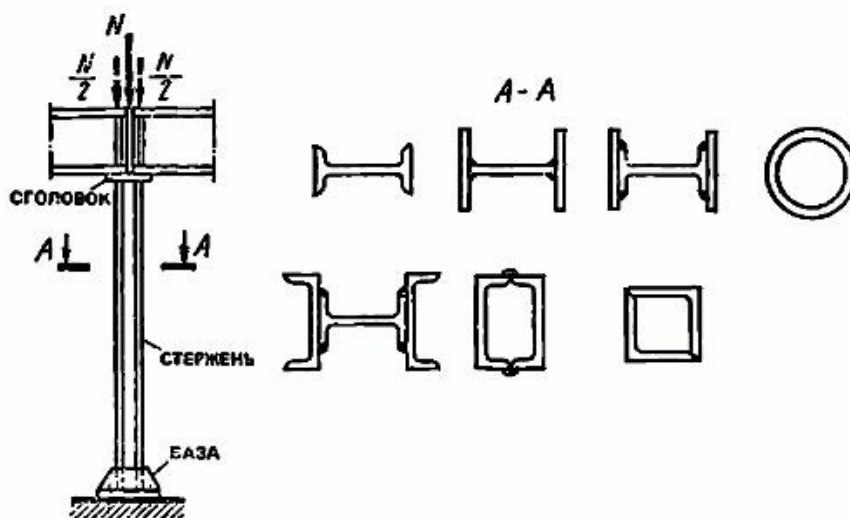


Рис.1 Сварная колонна

27. Технология производства сварных колонн.

Колонна – это конструктивный элемент, работающий в основном на поперечный изгиб или сжатие.

Колонной называется вертикальный стержень, работающий на сжатие и передающий давление на фундамент.

Изготовление металлических колонн по ГОСТу проводится из металлопроката:

- уголков;
- швеллеров;
- двутавров;
- труб;
- листового металла.

Составные части колонны сваривают между собой. Среди других подобных металлоконструкций колонны являются ответственными сварными элементами.

При изготовлении колонн в зависимости от размеров конструкции применяют различные виды сварки:

- ручную;
- дуговую;
- полуавтоматическую;
- автоматическую.

Изготовление металлических колонн происходит по заданным параметрам в соответствии с проектной документацией. В цехах производят нужное количество изделий, следуя указанным требованиям.

Металлические колонны с квадратным либо прямоугольным сечением называют коробчатыми. Этот вид металлоконструкций состоит из сваренных между собой швеллеров. Сварочный шов может быть как сплошным, так и промежуточным. При изготовлении этого типа колонн также используют накладные пластины.

Процесс изготовления трубчатых колонн подразумевает сварку оголовка и базы с отрезком металлической трубы.

Поперечное сечение пространственных колонн не сплошное, поэтому они и получили такое название. Для их изготовления используется металлопрокат (швеллер и двутавр). Элементы закрепляют с помощью металлических уголков.

28. Технология изготовления сварных труб и трубопроводов.

На изготовление труб расходуют около 10% всего мирового производства стали, причем доля выпуска сварных труб составляет более половины всего их производства и продолжает возрастать. Трубы большого диаметра (более 500 мм) выпускаются только сварными.

Трубопроводов существует огромное количество, которые используются для перемещения разных материалов и рабочих жидкостей. Отталкиваясь от их предназначения, есть следующая классификация:

- технологические;
- магистральные;
- промышленные;
- трубопроводы газоснабжения;
- водяные;
- канализационные.

При изготовлении трубопровода применяются различные материалы – керамика, пластик, бетон и различные виды металлов.

Современные сварщики для стыковки труб используют три основных способа:

1. Механический осуществляется за счет взрывов в результате трения.
2. Термический, который осуществляется за счет плавления, например газовой сваркой, плазменной или электро-лучевой.
3. Термомеханический производится за счет магнитоуправляемой дуги посредством стыкового контактного метода.

В условиях крупносерийного производства, используя *различные методы сварки*, выпускают сварные трубы с внешним диаметром 6-1420 мм.

Трубы для магистральных трубопроводов выполняют дуговой сваркой под флюсом. Шов располагают либо по образующей, либо по спирали. Из-за ограниченной ширины листов прямошовные трубы диаметром до 820 мм сваривают одним продольным швом, при большем диаметре - двумя.

До того, как приступить к правильной сварке труб круглого сечения, необходимо предварительно обработать стыки и уточнить ряд нюансов. В первую очередь, диагностируют соответствие трубы определенным техническим характеристикам, которые предъявляются к монтируемой системе, в частности, к водопроводу.

Необходимо:

- соблюдать геометрические размеры;
- иметь сертификат качества, особенно если предстоит монтаж трубопровода для подачи питьевой воды;
- чтобы труба была идеально круглой формы, так как дефекты, приплюснутое или овальное сечение заготовки не допустимы;
- контролировать толщину стенок на всей протяженности трубы – она должна быть одинаковой;

- химического состава детали должен соответствовать требованиям ГОСТа – эта информация содержится в технической документации или выясняется в процессе лабораторных исследований.

В процессе подготовки необходимо выполнить следующие действия:

- проверить ровность среза на торце трубы, он должен составлять 90°;
- тщательно очистить свариваемый торец заготовки и 10-миллиметровую область вокруг него, пока не появится металлический блеск;
- удалить остатки масел, ржавчины, лакокрасочного покрытия с поверхности трубы, обезжирить торцы элемента.

Кроме того, следует проследить за тем, чтобы торец имел правильную конфигурацию. Угол раскрытия кромки должен быть равным 65°, показатель притупления – 2 мм. Получить нужные параметры можно за счет дополнительной обработки.

Для этого используют фаскосниматели, торцеватели или шлифовальную машинку. Профессионалы, которые умеют правильно варить трубы большого диаметра, отдают предпочтение фрезерным станкам или газовым и плазменным резакам.

29. Особенности сварки труб.

Ручная дуговая варка трубопроводов значительно отличается от работы с плоскими деталями. То же самое касается и других видов, которые применяются для водо- или газопроводов (аргонная, газовая). Далее представлены самые основные аспекты сварки труб ручной дуговой сваркой:

1. Сварка труб малого диаметра (до 10 см):

- изначально стыки собираются вручную и прихватываются точечным методом (достаточно двух точек, располагающихся друг напротив друга);
- при стыковке деталей толщиной 4 мм и более варят в два слоя – сначала корневым швом, а потом валиком;
- горизонтальный шов при сварке труб малого диаметра каждый валик укладывается в противоположном направлении. Например, первый – справа налево, второй – слева направо, третий – справа налево и так далее;
- детали, толщиной от 3 до 8 сантиметров нужно сваривать небольшими участками, для получения более качественного соединения.

2. Поворотные стыки и сварка труб большого диаметра:

- скорость поворота изделия должна равняться скорости ведения проводника (она устанавливается, отталкиваясь от толщины изделия (более толстые свариваются немного дольше);
- самое выгодное положение сварочной ванны – 30 градусов от верхней точки;
- при сваривании на участках, где есть возможность повернуть изделие на 180 градусов, работа производится в три этапа. Первый — в два приема сваривают две верхние четверти диаметра трубы в направлении навстречу друг другу в один или два слоя. Второй – повернуть изделие и проварить оставшийся стык. Третий – опять поворачивают на 180 градусов и доваривают шов до конца.

3. Неповоротные стыки варить намного сложнее, поэтому для сварки труб ручной дуговой сваркой существует определенная технология:

- вертикальные стыки варятся в два этапа. Периметр стыка условно делится вертикальной прямой линией на два участка. Они оба в итоге три положения: потолочное, горизонтальное и нижнее. Потолочным называется участок, занимающий примерно 20 градусов от самой нижней точки детали. Нижним – 20 градусов от верхней точки изделия. Между этими положениями находится горизонтальное положение. Работу необходимо начинать с потолочного положения и вести электрод в нижнему. Каждый участок обрабатывается короткими дугами, которые рассчитываются так: $D(эл)/2$.

- горизонтальные стыки скрепляются углом назад. По отношению к оси электрод должен располагаться 80 градусов. Работа производится на средней дуге и для сварки труб малого диаметра и большого.

30. Способы правильной сварки труб.

Существуют различные методы правильной сварки полипропиленовых труб и изделий из других материалов электродуговым способом:

- встык – при этом элементы трубопровода располагаются друг напротив друга;
- в тавр – в этом случае отрезки трубы располагаются перпендикулярно друг другу (в форме буквы «Т»);
- внахлест – такой способ подразумевает развальцовку одной из труб, позволяющую надеть ее на другую;
- угловым способом, при котором элементы располагают под углом 45° или 90° относительно друг друга.

В процессе правильной сварки труб получают следующие разновидности швов:

- горизонтальные (при вертикальном расположении элементов трубопровода);
- вертикальные (если трубы расположены вертикально);
- потолочные (с размещением электрода над головой сварщика, в нижней части заготовки);
- нижние (для этого приходится наклоняться).

При необходимости соединения стальных труб используется стыковой метод. Кроме того, место стыка должно быть обязательно проварено по толщине стенки заготовки. Лучше всего для этого подойдет нижний поворотный шов.

Для получения качественного сварного соединения в процессе работ следует придерживаться следующих рекомендаций:

1. Электрод во время сварных работ должен располагаться под углом в 45° или немного меньше. Это позволит уменьшить количество расплавленного металла, попадающего внутрь свариваемого элемента трубопровода.

2. Для сварки в тавр или встык потребуются 2-3-миллиметровые электроды. Качественное сварное соединение получится при силе тока, варьирующейся от 80 до 110 ампер.

3. Чтобы получить надежное соединение внахлест, потребуется повысить силу тока до 120 ампер, расходные материалы (электроды) подойдут также 2-3-миллиметровые.

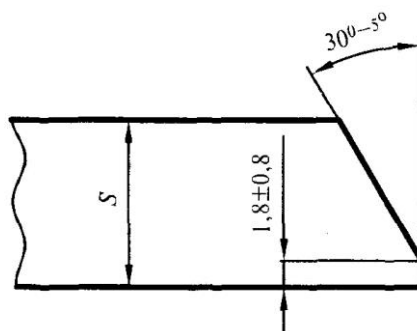
4. Сварочный шов должен на 3 мм возвышаться под поверхностью свариваемой заготовки, после этого можно говорить о завершении работы.

Правильная сварка профильных труб выполняется точно, то есть сначала сваривают две точки, расположенные на противоположных сторонах профиля, затем – две другие точки, продолжая работу до прогрева всей трубы целиком. Далее формируют сварочный шов по всему периметру заготовки.

31. Подготовка и сборка труб под сварку.

Подготовка кромок под стандартную разделку выполняется механической обработкой или газовой резкой с последующей зачисткой шлифмашинкой.

Схема обработки кромки



Перед сборкой труб необходимо:

- очистить внутреннюю полость труб и деталей от фунта, фязи, снега и других зафязнений;
- очистить до металлического блеска кромки и прилегающие к ним внутреннюю и наружную поверхности труб, деталей газопроводов, пафубков, арматуру на ширину не менее 10 мм;
- проверить геометрические размеры кромок, выправить плавные вмятины на концах труб глубиной до 3,5% наружного диаметра трубы;
- очистить до чистого металла кромки и прилегающие к ним внутреннюю и наружную поверхности труб на ширину не менее 10 мм.

Концы труб, имеющие трещины, надрывы, забоины, задиры фасок глубиной более 5 мм, обрезают.

При температуре воздуха ниже минус 5 °С правка концов фуб без их подогрева не рекомендуется.

Сборку стыков труб производят на инвентарных лежнях с использованием наружных или внутренних центраторов.

Допускаемое смещение кромок свариваемых фуб не должно превышать величины $0,155 + 0,5$ мм, где 5 — наименьшая из толщин стенок свариваемых труб.

Сварка стыков разнотолщинных фуб или труб с соединительными деталями допускается без специальной обработки кромок при толщине стенок менее 12,5 мм (если разность толщин не превышает 2,0 мм. Сварка фуб или труб с соединительными деталями и патрубками арматуры с большей разнотолщиностью осуществляется стандартным переходом длиной не менее 250 мм.

При отсутствии стандартных переходов допускается производить на надземных и внутренних газопроводах низкого давления нахлест- точные соединения «фуба в трубе» размером */50x40, 40x32, 32x25, 25x20 мм.

Сварка нахлесточных соединений производится в соответствии с ГОСТ 16037 с выполнением следующих требований:

- просвет между трубами, соединяемыми внахлест, не более 1—2 мм и равновелик по периметру;
- величина нахлеста по длине соединяемых труб не менее 3 см;
- на конце трубы меньшего диаметра выполняется фаска вовнутрь под углом не менее 45° на всю толщину стенки трубы;
- соединение свариваемых торцов после специальной подготовки (утонения) кромок изнутри или снаружи более толстостенного элемента с толщиной стенки S_3 до толщины S_2 свариваемого торца, которая не превышает 1,5 толщины менее толстостенного элемента S_1 .

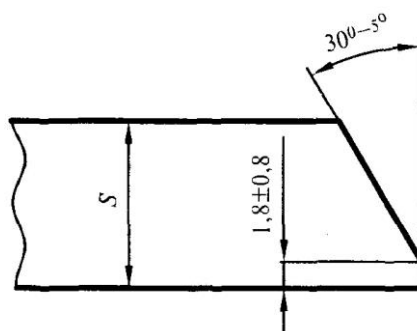
32. Подготовка кромок стыков труб.

Разделка кромок выполняется при сваривании металлических конструкций толщиной от 5 мм. Это следует воспринимать не как пожелание, а как необходимое

условие потому, что такой порядок предусмотрен ГОСТом. Только такой подход к свариванию может обеспечить качественный шов и надежность сваренной конструкции.

Подготовка кромок под стандартную разделку выполняется механической обработкой или газовой резкой с последующей зачисткой шлифмашинкой.

Схема обработки кромок



Перед сборкой труб необходимо:

- очистить внутреннюю полость труб и деталей от фунта, фязи, снега и других зафязнений;
- очистить до металлического блеска кромки и прилегающие к ним внутреннюю и наружную поверхности труб, деталей газопроводов, пафубков, арматуру на ширину не менее 10 мм;
- проверить геометрические размеры кромок, выправить плавные вмятины на концах труб глубиной до 3,5% наружного диаметра трубы;
- очистить до чистого металла кромки и прилегающие к ним внутреннюю и наружную поверхности труб на ширину не менее 10 мм.

Концы труб, имеющие трещины, надрывы, забоины, задиры фасок глубиной более 5 мм, обрезают.

33. Сборка труб под сварку.

Окончательным этапом является сборка стыковых соединений, после того, как пройдет обработка труб после сварки. Этот процесс требует выполнение в обязательном порядке 3 основных правила:

- Общая поверхность всех стыковых соединений должны полностью совпадать.
- Технологическая ось основного трубопровода не должна быть нарушена, ни под каким предлогом.
- Общий технологический зазор между соединениями должен совпадать по всему диаметру обрабатываемой трубы.

При сборке стыков с односторонней разделкой кромок и свариваемых без подкладных колец и подварки корня шва смещение внутренних кромок не должно быть выше, чем установлено технической документацией на трубопровод.

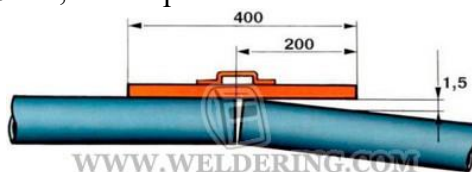
Подготовленные кромки и прилегающие к ним участки должны был, зачищены механическим способом до металлического блеска и обезжирены на ширину не менее 20 мм с наружной и не менее 10 мм с внутренней стороны.

При сборке стыков труб под сварку следует пользоваться центровочными приспособлениями, предпочтительно инвентарными, непривариваемыми к трубам.

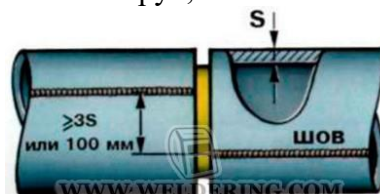


Прямолинейность труб в стыке (отсутствие переломов) и смещение кромок проверяют линейкой длиной 400 мм, прикладывая ее в трехчетырех местах по окружности стыка.

В правильно собранном стыке просвет между концом линейки и поверхностью трубы должен быть не более 1,5 мм, а в сваренном стыке - не более 3 мм.



При сборке труб и других элементов, имеющих продольные и спиральные швы, последние должны быть смещены один относительно другого. Смещение - не менее трехкратной толщины стенки свариваемых труб, но не менее 100 мм.



Последовательность сборки стыка с подкладным кольцом:

- устанавливают кольцо в одну из труб с зазором между ним и внутренней поверхностью трубы не более 1 мм;
- делают прихватку кольца с наружной стороны трубы в двух местах, а затем приваривают его к трубе ни точным швом с катетом не более 4 мм;
- зачищают ниточный шов от шлака и брызг;
- надвигают на выступающую часть подкладного кольца стыкуемую трубу;
- устанавливают зазор 4-5 мм между ниточным швом и стыкуемой трубой;
- проверяют правильность сборки;
- приваривают подкладное кольцо ниточным швом к стыкуемой трубе.

Приварка подкладного кольца



Корневой шов сваривают электродами диаметром 2,5-3,0 мм. Размеры подкладного кольца: ширина 20-25 мм, толщина 3-4 мм.

Перед прихваткой и началом сварки качество сборки должен проверять сварщик. Качество сборки стыков трубопроводов под давление выше 2,2 МПа или диаметром более 600 мм независимо от рабочего давления проверяет мастер или контролер. При контроле качества сборки стыков паропроводов с рабочей температурой 450°C и выше необходимо убедиться в наличии заводского номера плавки, номера трубы.

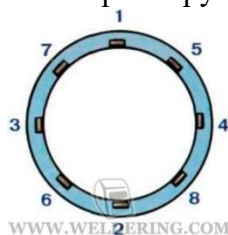
34. Правила наложения прихваток при сварке труб.

Прихватки ставят всегда только с наружной стороны трубы и тщательно зачищают. Нельзя ставить прихватки в местах пересечения торца трубы и продольных швов. В процессе сварки прихватки нужно полностью переплавить или удалить механическим способом.

Прихватка собранных под сварку элементов трубопровода должна ставиться с использованием тех же сварочных материалов, которые приготовлены и для сварки. Рекомендуется тот же способ сварки, что и для корневого шва. Если для него выбрана

автоматическая или механизированная сварка, то прихватки следует ставить ручным дуговым или ручным аргонодуговым способом. Это делает сварщик, допущенный к сварке стыков труб соответствующей марки стали, который и будет сваривать данный стык.

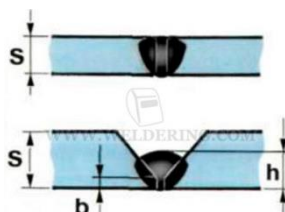
Прихватки выполняют равномерно по периметру стыка.



Высоту прихватки определяют в зависимости от толщины трубы и способа сварки; она должна быть равна:

$(0,6-0,7)S$, но не менее 3 мм, при выполнении прихваток ручной электродуговой сваркой или механизированной в углекислом газе и толщине до 19 мм и 5-6 мм при толщине стенки более 10 мм.

2-3 мм – при ручной аргонодуговой сварке и толщине стенки до 10 мм и 3-4 мм при толщине стенки более 10 мм.



При наложении основного шва прихватки должны быть полностью переварены. Применяемые для прихваток электроды или сварочная проволока должны быть тех же марок, что и для сварки основного шва.

К качеству прихваток предъявляются такие же требования, как и к основному сварочному шву. Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, обнаруженные внешним осмотром, следует удалить механическим способом.

35. Технология сварки труб.

Сварку стыков следует начинать сразу после прихватки. Время между окончанием выполнения прихваток и началом сварки стыков труб из низколегированных сталей не должно превышать 4 ч.

Непосредственно перед сваркой необходимо проверить состояние поверхности стыка и в случае необходимости зачистить его.

Сварку стыков из низколегированных сталей следует выполнять без перерывов в работе до полной заварки всего стыка. При вынужденных перерывах в работе допускается прекращение сварки при заполнении разделки до 70-80% толщины стенки трубы.

Во всех случаях многослойной сварки шов разбивают на участки с таким расчетом, чтобы стыки участков ("замки") в соседних слоях не совпадали, а были смещены один относительно другого, и каждый последующий участок перекрывал предыдущий. Величина смещения замков и перекрытия "а" должна быть (рис. 1) при ручной аргонодуговой и электродуговой сварке 12-18 мм.

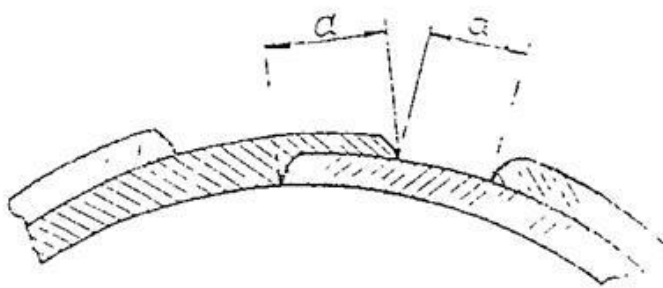


Рис. 1.Схема наложения замков шва

Ручную дуговую сварку выполняют наиболее короткой дугой. В процессе работы следует как можно реже обрывать дугу, чтобы не оставлять незаплавленных кратеров. Перед гашением дуги сварщик должен заплавить кратер путем постепенного отвода электрода и вывода дуги назад на 15-20 мм, на только что наложенный шов, последующее зажигание дуги производят на металле шва, на расстоянии 20-25 мм от его конца.

В процессе работы следует обращать особое внимание на обеспечение полного провара корня шва. После наплавки каждого валика необходимо полностью удалить шлак, дав ему остыть. При наличии на поверхности шва дефектов (трещин, подрезов, пористости и т.п.) дефектное место следует зачистить механическим способом до чистого металла и заварить вновь.

Сварные швы стыков должны иметь выпуклость (усиление) в указанных пределах (см. табл. 1).

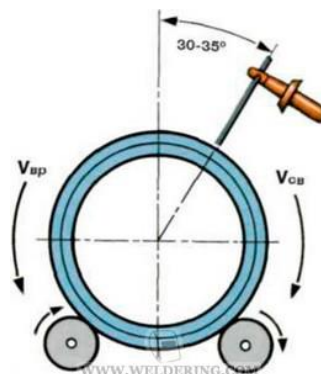
Таблица 1

Толщина стенки трубы, мм	Выпуклость, мм
Менее 10	0,5-2,0
10-20	0,5-3,0
Свыше 20	0,5-4,0

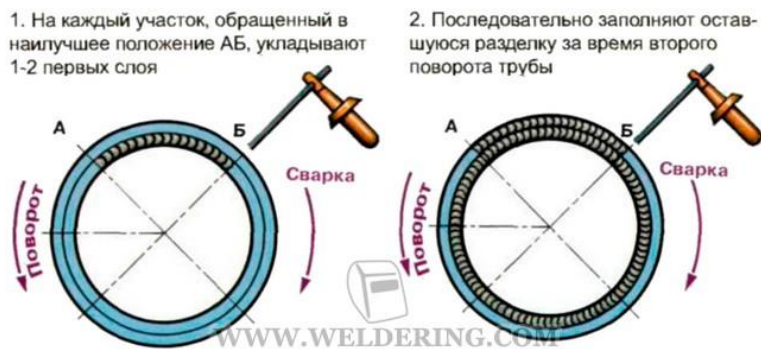
36. Технология сварки поворотных стыков труб.

При сварке на вращателях подбирают скорость вращения трубы ($V_{вр}$), равную скорости сварки ($V_{св}$). Положение сварки, наиболее удобное для формирования шва, находится не в зените, а в точке, отстоящей от вертикали на $30-35^\circ$ в сторону, обратную направлению вращения трубы.

Когда вращателей нет или они нецелесообразны, свариваемые стыки труб поворачивают на углы $60-110^\circ$. Это позволяет формировать шов в самом удобном положении - нижнем.

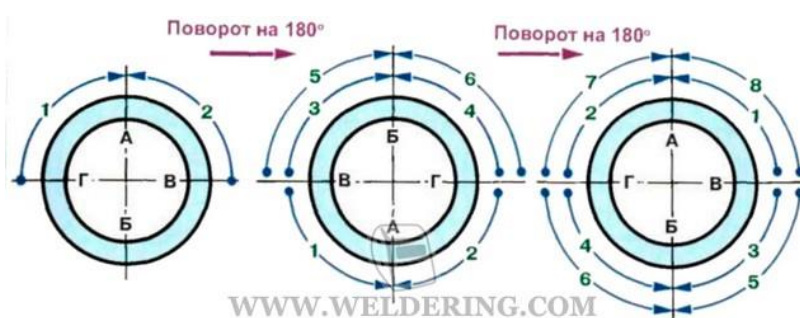


Трубы диаметром более 219 мм сваривают обратноступенчатым способом за два полных оборота:



Трубы с поворотом на 180° сваривают в три приема. Вначале одним или двумя слоями сваривают участки ГЛ и ВЛ. После этого трубу поворачивают на 180° и заваривают участки ВБ и ГБ на всю толщину.

Затем трубу поворачивают на 180° и заваривают оставшуюся разделку на участках ГА и ВЛ. Сварку труб с поворотом на 180° могут выполнять как один сварщик, так и двое.



Сварку стыков труб с поворотом на 90° ведут тоже в три приема. Сперва заваривают участок стыка АВБ, укладывая один-два слоя. Потом трубу поворачивают на 90° и заваривают участок АГБ на всю толщину. Наконец, следуют обратный поворот на 90° и заварка оставшейся толщины трубы на участке АВБ.



Сварка с поворотом стыка позволяет качественно формировать шов с минимальными деформациями и напряжениями, плавным переходом к основному металлу, с минимальной чешуйчатостью без наплывов и подрезов.

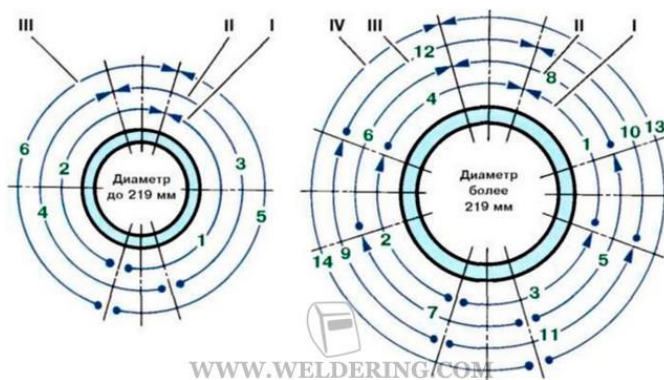
37. Технология сварки неповоротных стыков труб.

Вертикальные неповоротные стыки сваривают снизу вверх.

Сварку первых трех слоев в стыках труб диаметром более 219 мм следует выполнять обратноступенчатым способом. Длина каждого участка должна быть 200-250 мм.

Длина участков последующих слоев может составлять половину окружности стыка. Стыки труб с толщиной стенки до 16 мм можно сваривать участками длиной, равной половине окружности, начиная со второго слоя.

Очередность выполнения швов (1-14) и слоев (I-IV) одним сварщиком

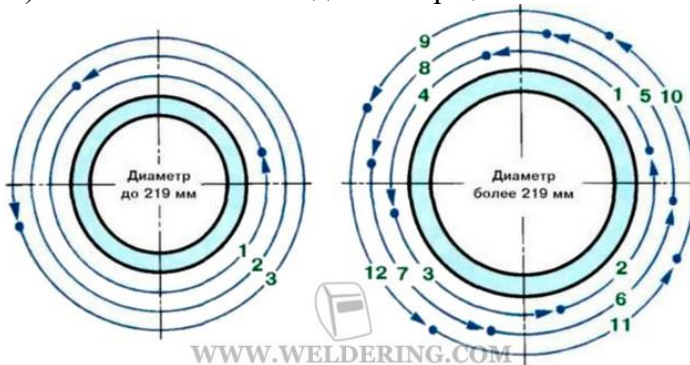


Очередность наложения превого слоя двумя сварщиками при сварке неповоротных стыков труб диаметром более 219 мм



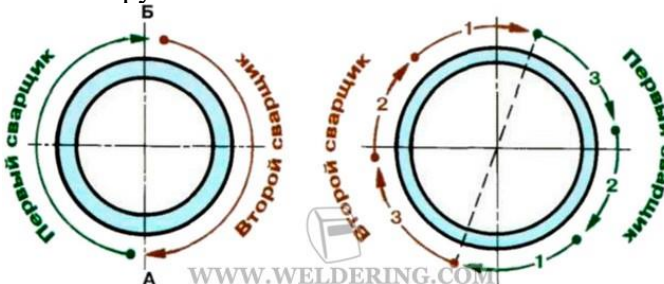
Горизонтальные неповоротные стыки труб диаметром более 219 мм, выполняемые одним сварщиком, необходимо сваривать обратноступенчатым способом участками длиной 200-250 мм. Четвертый и последующие слои можно сваривать вкруговую.

Очередность (1-12) выполнения швов одним сварщиком



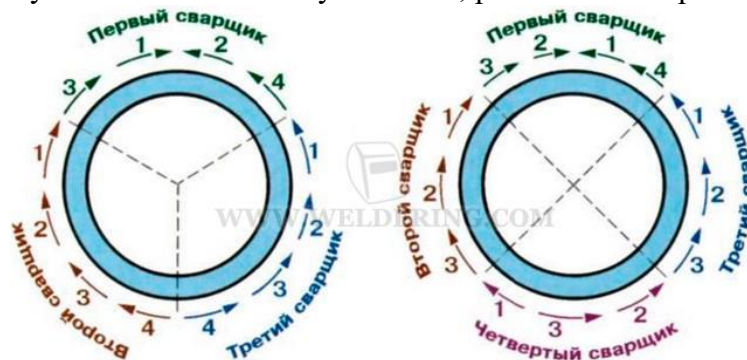
При сварке горизонтального стыка двумя сварщиками последовательность сварки корневого шва зависит от диаметра труб. Если диаметр менее 300 мм, то каждый сварщик заваривает участок длиной в половину окружности. В один и тот же момент сварщики должны находиться у диаметрально противоположных точек стыка. Если диаметр труб 300 мм и более, то корневой шов сваривают обратноступенчатым способом участками по 200-250 мм.

В стыках труб диаметром до 300 мм с толщиной стенки более 40 мм первые три слоя следует сваривать *обратноступенчатым способом*, а последующие слои - участками, равными половине окружности.

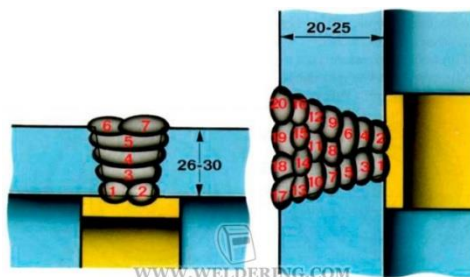


Стыки труб из низколегированных сталей диаметром свыше 600 мм при толщине стенки 25-45 мм сваривают так: все слои шва выполняют обратноступенчатым способом участками не более 250 мм.

Трубы диаметром более 600 мм из хромомолибденованадиевых сталей сваривают одновременно двое и более сварщиков, у каждого из которых свой отрезок стыка. Применяют обратноступенчатый способ (участки по 200-250 мм). Четвертый и последующие слои допускается выполнять в участками, равными четверти окружности.



Очередность выполнения и примерное расположение слоев и валиков (1 - 20) при сварке вертикального и горизонтального стыков толстостенных труб из углеродистых и низколегированных сталей.



38. Сварка труб с «козырьком».

Когда нельзя сваривать стык ни с поворотом, ни в потолочном положении, тогда применяют сварку с козырьком. Рис.1



Рис.1 Порядок сварки стыков труб козырьком

Для этого в трубе вырезают козырек, сваривают труднодоступные места с внутренней стороны трубы, прикладывают козырек на место и заваривают остальные швы.

39 Технологический процесс сварки емкостей.

Сварка емкостей из металла сегодня крайне востребована. Такие конструкции используются для хранения и перевозки воды и технических жидкостей, нефти и сжиженного газа, разнообразных сыпучих веществ. Изделия могут отличаться по объему и массе, диаметру и высоте.

Однако в связи с тем, что некоторые емкости предназначены для хранения опасных веществ, технология изготовления – в том числе и сварка – подобных конструкций должна соответствовать определенным требованиям.

Принципиальное значение для определения назначения изделия имеет вид жидкости, для хранения которой они создаются. В соответствии с этим критерием изделия делятся на следующие резервуары:

- для воды;
- для разных пищевых жидкостей;
- для хранения нефти и нефтепродуктов;
- для размещения сжиженного газа;
- для различной химической продукции и пр.

Кроме того, емкости и резервуары подразделяются в соответствии с их конструктивным решением на:

- цилиндрические;
- прямо- или многоугольные;
- имеющие сложные конструктивные формы (например, торовидные или каплевидные и пр.);
- шарообразные.

Для изготовления качественного резервуара необходимо подобрать такую технологию и способ сварки емкостей, чтобы процесс соединения был высокоэффективным с экономической точки зрения и имел хорошую производительность. В то же время сварные швы должны быть однородными и показывать сплошность материала, при этом прочными, твердыми и пластичными, а также хладостойкими, иметь высокую ударную вязкостью и минимальную деформацию соединяемых деталей изделия.

Сборку начинаем с подготовки листов. На гильотинных ножницах выравниваем торцы для получения геометрически равных заготовок для изготовления обечайек.

Затем сваренные карты изгибают по радиусу в вальцах для получения заготовки обечайки. Потом сваривают продольный шов с последующей правкой (обкаткой) сваренной обечайки на вальцах.

Сваренные и отвальцованные обечайки собирают между собой на специальном роликовом стенде

Кольцевые швы сваривают участками, обратно-ступенчатым способом. При сборке обечайек продольные швы располагаем в шахматном порядке.

Далее приступаем к изготовлению конусных днищ. Готовые днища привариваем к цилиндрической части резервуара.

Затем согласно чертежу вырезаем в резервуаре отверстие под горловину и привариваем ее.

Сваренные сосуды обязательно проходят специальный контроль на прочность и плотность сварных соединений.

40. Сборка и сварка вертикальных цилиндрических резервуаров.

Монтаж вертикальных цилиндрических резервуаров из рулонированных элементов выполняют следующим образом. Рулон элементов днища укладывают на подготовленное основание резервуара и раскатывают в последовательности, определяемой расположением элементов в рулоне.

Выполняют односторонние нахлесточные соединения полотнищ между собой сварочным аппаратом. Затем у края днища на подкладной лист (для лучшего скольжения рулона по днищу при разворачивании) ставят рулон боковой стенки резервуара.

Рулон разворачивают лебедкой или трактором с помощью троса. По мере разворота *нижняя кромка рулона прижимается к упорам и прихватывается*; крепление троса переставляют. Верхнюю кромку развернутой части боковой стенки закрепляют

установкой элементов щитовой кровли или расчалками (в резервуарах с плавающей крышей) с последующим монтажом кольцевой площадки.

После этого заваривают монтажный стык боковой стенки. Так как кольцевой шов, соединяющий боковую стенку с днищем, выполняют при полностью заваренном днище, то *возможно вспучивание* последнего вследствие потери устойчивости от усадки этого шва.

При монтаже резервуаров большой вместимости (10 000 м³ и более) для *предотвращения таких деформаций* в виде рулона изготавливают только центральную часть днища, а окрайки (крайние части днища) сваривают между собой при монтаже *из отдельных листов, присоединяя их к днищу сначала на прихватках.*

После завершения установки, разворачивания и приварки боковой стенки к окрайкам эти прихватки удаляют, хлопуны (листы, потерявшие устойчивость) выправляют путем сдвига листов внахлестку и только после этого центральную часть днища и окрайки заваривают окончательно.

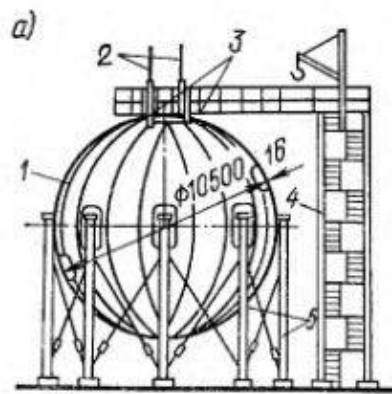
41. Технология сборки и сварки сферических резервуаров объемом 600 и 2000 м³.

Сферические резервуары для хранения продукта под давлением в сжиженном или газообразном состоянии изготавливают объемами 600 и 2000 м³. Оболочка резервуаров состоит из штампованных или свальцованных элементов-лепестков.

В зависимости от метода изготовления раскрой оболочки меняется (рис. XIX.25). Подготовка кромок лепестков оболочки зависит от способа их сварки (табл. XIX.13). **Оболочку** собирают из отдельных лепестков, блоками из нескольких лепестков и полушариями.

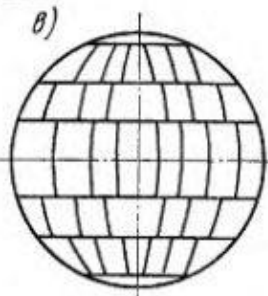
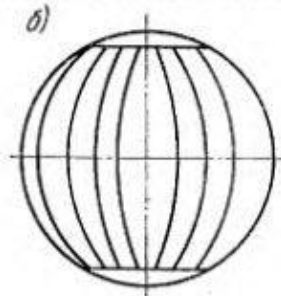
При сооружении единичных резервуаров применяют поэлементную сборку оболочки. Для сборки устанавливают опоры резервуара, а в центре временную тумбу, на которой укладывают днище. На днище укрепляют монтажную стойку из трубы, удерживающую тяжами из уголков монтируемые элементы. Затем собирают последовательно листы первого и других поясов, закрепляя стыки монтажными приспособлениями.

По окончании монтажа и выверки оболочки выполняют швы ручной дуговой сваркой в последовательности, указанной на рис. XIX.26.

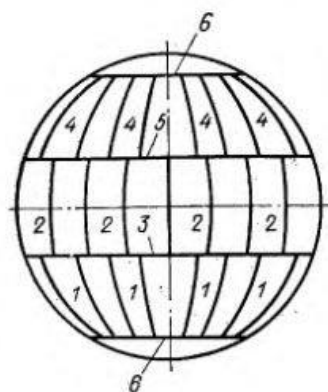


XIX.25. Схемы сферических резервуаров

а — резервуар объемом 600 м³ под давлением 60 Па; б-г — раскрой оболочки меридиональный, параллельно-меридиональный и экваториально-меридиональный; 1 — оболочка; 2 — молниезащита; 3 — площадки; 4 — лестница; 5 — опорные стойки

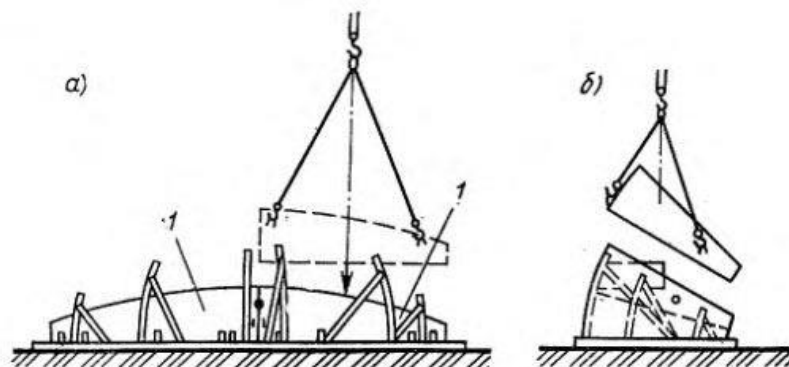


autowelding.ru



XIX.26. Схема ручной сварки оболочки резервуара с параллельно-меридиональным раскромом

1-6 — последовательность сварки



XIX.27. Сборка блоков

а, б — из двух и трех лепестков; 1 — собранные лепестки блока

autowelding.ru

Швы сваривают одновременно два сварщика секциями, а при Х-образной разделке — двусторонними секциями.

При толщине стенок 28 мм и более применяют предварительный подогрев до 120—160°С.

Вертикальный стык между элементами собирают с помощью приспособлений и после выверки сваривают прерывистым корневым швом, а затем сплошным швом электродами УОНИ 13/55. В таком же порядке собирают горизонтальный стык. Вертикальные и горизонтальные стыки блоков могут быть, выполнены ручной дуговой сваркой или механизированной сваркой в углекислом газе, а также порошковой проволокой.

Сборку оболочки полушариями осуществляют на горизонтальном стенде, начиная с двух противоположных блоков (лепестков), при этом верхнее и нижнее полушария собирают на одном и том же стенде для обеспечения совпадения замыкающего кольцевого стыка. Стыки между блоками полушарий соединяют корневым швом ручной или механизированной сваркой. Затем нижнее полушарие перекаптовывают и устанавливают на манипуляторе или на временную тумбу для дальнейшей сборки с верхним полушарием и сварки всех швов.

42. Технология сварки сосудов и резервуаров.

К сосудам относятся паровые котлы, цистерны для сжиженных газов, химическая аппаратура и т. д., в которых рабочее давление превышает атмосферное на 0,7 кгс/см² и выше.

Сосуд обычно состоит из обечайек, сферических днищ и патрубков (рис. 111).

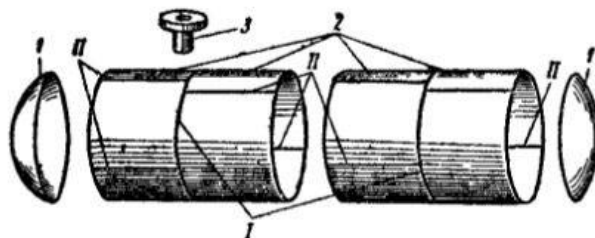


Рис. 111. Узлы сосуда:

1 — сферическое днище, 2 — обечайка, 3 — патрубок;
I — кольцевой шов, II — продольный шов

autowelding.ru

Вначале собирают карты из листов, которые сваривают между собой. Затем сваренные карты изгибают по радиусу в вальцах для получения заготовки обечайки. Потом сваривают продольный шов с последующей правкой (обкаткой) сваренной обечайки на вальцах.

Сваренные и отвальцованные обечайки собирают между собой, с патрубками и сферическими днищами. Кольцевые швы сваривают участками обратноступенчатым способом. Патрубки приваривают либо в одном направлении, если диаметр патрубка не более 200 мм, либо обратноступенчатым способом, если диаметр патрубка более 200—300 мм.

Сваренные сосуды обязательно проходят специальный контроль на прочность и плотность сварных соединений.

Резервуары, являющиеся листовыми конструкциями, по форме бывают цилиндрическими и шаровыми (сферическими).

Цилиндрические резервуары подразделяются на вертикальные и горизонтальные. Технология сборки и сварки горизонтальных резервуаров аналогично технологии сборки и сварки сосудов.

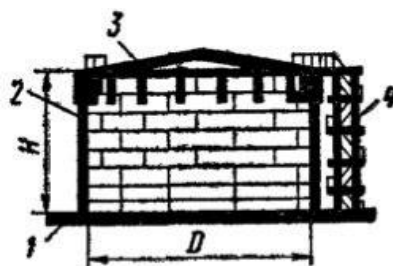


Рис. 112 Вертикальный резервуар:

1 — днище, 2 — корпус, 3 — кровля, 4 — шахтная лестница
autowelding.ru

Вертикальный резервуар состоит из днища, корпуса, кровли, шахтной лестницы и других металлических конструкций. По современной технологии днище и корпус вертикального резервуара сваривают автоматической сваркой на заводе, а затем свертывают в рулон и отправляют на место монтажа. Кровлю также изготавливают по узлам на заводе и отправляют на место монтажа отдельными узлами (щитами).

При монтаже резервуаров ручной сваркой выполняют кольцевой шов, соединяющий корпус резервуара с днищем, замыкающий шов корпуса резервуара и другие сварочные работы. Кольцевой шов выполняют обратноступенчатым способом, замыкающий шов — снизу вверх участками.

Сферические резервуары собирают из отдельных элементов (лепестков), изготовленных методом холодной или горячей штамповки, методом взрыва или вальцовки.

4. Комплект билетов.

5. Экзаменационная ведомость.

Оценка запланированных результатов по МДК

Результаты обучения (элементы)	Показатели оценки результата
У1- Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения деятельности	Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции
У2 - Выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей)	Выбирает пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей)
У3 - Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.	Применяет сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.
У4 - Использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки.	Использует ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки.
З1 Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах основные группы и марки	Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах основные

<p>свариваемых материалов</p> <p>32 Правила подготовки кромок изделий под сварку</p> <p>33 Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки правила сборки элементов конструкции под сварку.</p> <p>34 - Способы устранения дефектов сварных швов правила технической эксплуатации электроустановок</p>	<p>группы и марки свариваемых материалов</p> <p>Правила подготовки кромок изделий под сварку</p> <p>Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки правила сборки элементов конструкции под сварку.</p> <p>Способы устранения дефектов сварных швов правила технической эксплуатации электроустановок</p>
<p>ОК 1. Выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы</p> <p>ОК 2. Выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска.</p>	<p>Использование передовых информационно-коммуникационные технологии.</p> <p>Полнота и точность выделения ключевой информации. Последовательность структурирования.</p>
<p>ПК 1.1 Проводить сборочные операции перед сваркой с использованием конструкторской, производственно-технологической и нормативной документации.</p> <p>ПК 1.2 Выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) элементов конструкции (изделий, узлов, деталей).</p> <p>ПК 1.3 Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.</p> <p>ПК 1.4 Проводить подготовку элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистку сварных швов и удаление поверхностных дефектов после сварки с использованием ручного и механизированного инструмента.</p>	<p>Выполнение учебно-производственных заданиях в соответствии в соответствии конструкторской, нормативно-технической и производственно-технологической документации.</p> <p>Выбирает оптимальное пространственное положение сварного шва для различных элементов конструкций (узлов, деталей) с учетом их жесткости, доступности и требований к качеству.</p> <p>Подбирает и применяет сборочные приспособления (струбцины, кондукторы, угольники, стенды, зажимы) для фиксации деталей, узлов и изделий при сборке под сварку. Обеспечивает проектное положение кромок, регулировку зазора и жесткость фиксации для предотвращения деформаций при сварке</p> <p>Владеет полным циклом подготовки элементов конструкций под сварку: зачистка до металлического блеска, разделка кромок, обезжиривание.</p> <p>Выполняет после сварочную обработку швов с помощью ручного инструмента (молоток, зубило, щетка) и механизированного (УШМ с абразивными, лепестковыми кругами).</p>

Образец билета:

МИНИСТЕРСТВО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ЗАНЯТОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ краевое государственное автономное профессиональное образовательное учреждение «Дальнегорский индустриально-технологический колледж»		
Утверждаю Заместитель директора _____ (Ф.И.О.) _____ (подпись) « ____ » _____ 20__ г.	Экзаменационный билет №1 по МДК 01.02 Технология производства сварных конструкций Группа(ы) _____ 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))	Рассмотрено на заседании цикловой методической комиссии Председатель _____ (Ф.И.О.) _____ (подпись) « ____ » _____ 20__ г.
1 Технологичность сварных конструкций: понятие, технологические требования 2. Сварные колоны: назначение, типы, элементы.		

Критерии оценки ответов, обучающихся:

Оценка 5 «отлично» - продемонстрирован высокий уровень знаний и умений по всем трём вопросам билета, правильно решена практико-ориентированная задача.

Оценка 4 «хорошо» - продемонстрировано понимание основного содержания всех трех вопросов билета, правильно решена практико-ориентированная задача.

Оценка 3 «удовлетворительно» - продемонстрировано владение основным содержанием по двум вопросам билета, частично решена практико-ориентированная задача.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - не продемонстрировано владение знаниями и умениями, не решена практико-ориентированная задача.

МИНИСТЕРСТВО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
И ЗАНЯТОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

краевое государственное автономное
профессиональное образовательное учреждение
«Дальнегорский индустриально-технологический колледж»

**КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА**

*МДК.01.03. Подготовительные и сборочные операции перед сваркой и контроль качества
сварных соединений*

подготовки квалифицированных рабочих, служащих

код профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Дальнегорск, 2025 год

Комплект контрольно-оценочных средств разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии СПО 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки) основной профессиональной образовательной программы МДК 01.02. Подготовительные и сборочные операции перед сваркой и контроль качества сварных соединений.

Разработчики: Гаврикова Елена Юрьевна

Организация-разработчик: КГА ПОУ «ДИТК»

Разработчик: Гаврикова Елена Юрьевна, преподаватель

ОДОБРЕН

цикловой методической комиссией

Протокол № 1

от «5» сентября 2025 г.

Председатель Гаврикова Е.Ю.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств
2. Результаты освоения МДК, подлежащие проверке
3. Оценка освоения МДК
 - 3.1. Контроль и оценка освоения МДК
 - 3.1.1 Методы и критерии оценивания
4. Контрольно-оценочные средства для проведения промежуточной аттестации
 - 4.1. Паket материалов
 - 4.2. Критерии оценки

1. ПАСПОРТ КОМПЛЕКТА КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

В результате освоения МДК.01.02. Подготовительные и сборочные операции перед сваркой и контроль качества сварных соединений обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС по профессии СПО 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки) основной профессиональной образовательной программы для профессии СПО следующими умениями, знаниями, которые формируют профессиональные компетенции, и общими компетенциями.

Обучающийся должен знать:

- основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах основные группы и марки свариваемых материалов;
- правила подготовки кромок изделий под сварку;
- виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки;
- правила сборки элементов конструкции под сварку;
- способы устранения дефектов сварных швов;
- правила технической эксплуатации электроустановок;
- устройство сварочного и вспомогательного оборудования;
- назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения.

Обучающийся должен уметь:

- пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения деятельности;
- выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей);
- применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку;
- использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки;
- использовать измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке

Обучающийся должен иметь практический опыт:

- ознакомления с конструкторской и производственно-технологической документацией по сварке;
- выбора пространственного положения сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей);
- сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку с применением сборочных приспособлений;
- сборки элементов конструкции (изделия, узлы, детали) под сварку на прихватках;
- зачистки ручным или механизированным инструментом элементов конструкции (изделия, узлы, детали) под сварку;
- зачистки ручным или механизированным инструментом сварных швов после сварки
- удаления ручным или механизированным инструментом поверхностных дефектов (поры, шлаковые включения, подрезы, брызги металла, наплывы и т.д.);
- контроля с применением измерительного инструмента подготовленных и собранных с применением сборочных приспособлений элементов конструкции (изделия, узлы, детали) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно технологической документации по сварке;
- контроля с применением измерительного инструмента подготовленных и

собранных на прихватках элементов конструкции (изделия, узлы, детали) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.

Формируемые ОК:

Код	Наименование общих компетенций
ОК 1.	Выбирать способы решения задач деятельности применительно к различным контекстам
ОК 2.	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач деятельности

Формируемые ПК:

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ВД 1	Выполнение подготовительных, сборочных операций перед сваркой и контроль сварных соединений
ПК 1.1.	Проводить сборочные операции перед сваркой с использованием конструкторской, производственно-технологической и нормативной документации
ПК 1.2.	Выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) элементов конструкции (изделий, узлов, деталей)
ПК 1.3.	Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку
ПК 1.4	Проводить подготовку элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистку сварных швов и удаление поверхностных дефектов после сварки с использованием ручного и механизированного инструмента.
ПК 1.5	Проводить контроль собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно технологической документации по сварке.

Формой промежуточной аттестации по МДК является экзамен.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МДК, ПОДЛЕЖАЩИЕ ПРОВЕРКЕ

В результате аттестации по МДК осуществляется комплексная проверка умений и знаний, а также динамика формирования общих и профессиональных компетенций:

Таблица 1

Результаты (освоенные общие компетенции)	Показатели оценки результата
Уметь:	
У1- Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения деятельности	Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.
ОК 1. Выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы	Использование передовых информационно-коммуникационные технологии.
ОК 2. Выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска.	Полнота и точность выделения ключевой информации. Последовательность структурирования.

<p>У2 - Выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей)</p> <p>ОК 1. Выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы</p> <p>ОК 2. Выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска.</p>	<p>Выбирает пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей)</p> <p>Использование передовых информационно-коммуникационные технологии.</p> <p>Полнота и точность выделения ключевой информации. Последовательность структурирования.</p>
<p>У3 - Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.</p> <p>ОК 1. Выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы</p> <p>ОК 2. Выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска.</p>	<p>Выбор материала, заготовок под сварку. Сборочно – сварочные приспособления. Сборка узла, конструкции в целом с последующей сваркой</p> <p>Использование передовых информационно-коммуникационные технологии.</p> <p>Полнота и точность выделения ключевой информации. Последовательность структурирования.</p>
<p>У4 - Использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки</p> <p>ОК 1. Выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы</p> <p>ОК 2. Выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска.</p>	<p>Использует ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки.</p> <p>Использование передовых информационно-коммуникационные технологии.</p> <p>Полнота и точность выделения ключевой информации. Последовательность структурирования.</p>
<p>У5 -Использовать измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке</p> <p>ОК 1. Выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы</p>	<p>Контролирует геометрические параметры собранных под сварку элементов конструкции с помощью измерительного инструмента. Проверяет зазор в стыке, смещение кромок, угол разделки, притупление, перпендикулярность, соосность и прямолинейность.</p> <p>Использование передовых информационно-коммуникационные технологии.</p>

ОК 2. Выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска.	Полнота и точность выделения ключевой информации. Последовательность структурирования
Знать:	
31 Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах основные группы и марки свариваемых материалов	Основные типы конструктивных элементов и размеры сварных соединений, основные обозначения на чертежах.
32 Правила подготовки кромок изделий под сварку	Правила подготовки кромок изделий под сварку
33 Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки правила сборки элементов конструкции под сварку.	Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки правила сборки элементов конструкции под сварку.
34 - Способы устранения дефектов сварных швов правила технической эксплуатации электроустановок	Способы устранения дефектов сварных швов правила технической эксплуатации электроустановок
35 - Устройство сварочного и вспомогательного оборудования; назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения	Устройство сварочного и вспомогательного оборудования; назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения

3.ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ МДК

3.1. Контроль и оценка освоения МДК по темам (разделам) Таблица 2

Элемент МДК	Формы и методы контроля			
	Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
	Осваиваемые результаты	Метод контроля	Проверяемые результаты	Форма контроля
Раздел 1. Подготовка и сборка деталей и сварных конструкций				
Тема 1.1 Подготовительные операции перед сваркой	31-32 ОК1-ОК2 У 1-2 ПК 1.1-1.2	Устный опрос, практические занятия.	31-35 ОК1-ОК2 У 1-5 ПК 1.1	2 семестр – экзамен
Тема 1.2 Сборка конструкций под сварку	31-34, ОК1-ОК2 У 1-3 ПК 1.2-1.3	Устный опрос, практические занятия, тестирование		
Тема 1.3 Дефекты сварных соединений	34-35 ОК1-ОК2 У 2-4 ПК 1.	Устный опрос, практические занятия, тестирование.		
Тема 1.4 Контроль качества сварных соединений	34-35 ОК1-ОК2 У 1-5 ПК 1.5	Устный опрос, практические занятия, тестирование.		

3.1.1. Методы и критерии оценивания

1. Устный опрос. Критерии оценивания.

Оценка 5 «отлично» - ответил на вопросы в объеме лекционного и дополнительного материала, дал полные грамотные ответы на все дополнительные вопросы.

Оценка 4 «хорошо» - грамотно изложил ответы на вопросы, но содержание и формулировки имеют отдельные неточности (допускается нечеткая формулировка определений), в полной мере ответил на заданные дополнительные вопросы.

Оценка 3 «удовлетворительно» - ответил на часть вопросов в объеме лекционного материала и ответил на часть дополнительных вопросов.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - допустил ошибки в определении базовых понятий, искажил их смысл, не ответил на дополнительные вопросы.

2. Тестовое задание. Критерии оценивания.

Оценка 5 «отлично» - правильно выполнено 85 – 100 % заданий.

Оценка 4 «хорошо» - правильно выполнено 70 – 84 % заданий.

Оценка 3 «удовлетворительно» правильно выполнено 55 – 69 % заданий.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - правильно выполнено 1 – 54 % заданий.

3. Практическая работа. Критерии оценивания.

Оценка 5 «отлично» - работа выполнена в полном объеме, с соблюдением алгоритма выполнения: последовательности проведения измерений, заполнения таблиц, графиков и др.; правильно и аккуратно выполнены все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; получены результаты в соответствии с поставленной целью.

Оценка 4 «хорошо»- выполнены требования к отметке «5», но были допущены два-три недочета; не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка 3 «удовлетворительно» - работа выполнена не в полном объеме, но объем выполненной части работы позволяет получить часть результатов в соответствии с поставленной целью.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет получить никаких результатов в соответствии с поставленной целью.

4. КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Экзамен

1. Форма проведения:

2. Условия выполнения:

1. Инструкция для обучающихся: внимательно прочитайте задание.
2. Время выполнения: 20 минут на подготовку к ответу и не более 10 минут на ответ
3. Оборудование учебного кабинета: комплект плакатов, макеты сварочного оборудования.
4. Технические средства обучения:
5. Информационные источники, допустимые к использованию на экзамене:
6. Требования охраны труда:

3. Пакет экзаменатора:

3.1. Перечень тем выносимых на экзамен:

1. Техника безопасности при слесарных работах.
2. Правила пользования спецодеждой
3. Организация рабочего места сварщика.
4. Способы сборки под сварку, применяемое оборудование.
5. Классификация и назначение сборочно - сварочной оснастки
6. Виды сборочно-сварочных приспособлений.
7. Приемы и последовательность разметки металла.
8. Разделка кромок под сварку.
9. Предварительный подогрев металла. Способы подогрева кромок перед сваркой.

10. Подготовка металла под сварку.
11. Технологический процесс: понятие, этапы типового технологического процесса подготовки изделия к сварке.
12. Правила наложения прихваток.
13. Гибка металла: определение, применяемые инструменты.
14. Правка металла: определение, применяемые инструменты, приёмы правки.
15. Разметка: техника разметки, приёмы разметки.
16. Резка металла: определение, применяемые инструменты. техника и приёмы резки.
17. Подготовка свариваемых кромок к сборке. Выполнение скоса кромок.
18. Процесс сборки сварных соединений. Операции при сборке.
19. Сборочные стенды: определение, назначение, основные узлы.
20. Закрепляющие и установочные приспособления для сварки.
21. Контроль течениеметрием, классификация
22. Дефекты подготовки металла и сборки
23. Методы контроля сварных соединений
24. Внутренние дефекты сварных швов.
25. Наружные дефекты сварных швов.
26. Контроль внешним осмотром
27. Контроль непроницаемости швов
28. Капиллярные методы контроля швов
29. Магнитопорошковый контроль
30. Магнитографический контроль
31. Радиационная дефектоскопия сварных швов
32. Ультразвуковая дефектоскопия сварных швов.
33. Вихретоковая дефектоскопия.
34. Классификация дефектов сварных соединений.
35. Дефекты подготовки и сборки
36. Классификация трещин сварных швов
37. Визуально – измерительный контроль сварных швов.
38. Технологические способы уменьшения сварочных деформаций.
39. Причины деформации металла при сварке
40. Виды деформации при сварке

Эталоны ответов на вопросы

1. Техника безопасности при слесарных работах

Слесарные работы выполняют главным образом на слесарных верстаках, которые должны отвечать следующим требованиям:

- верстак должен иметь жесткую и прочную конструкцию и быть устойчивым;
- рабочая поверхность должна быть строго горизонтальной и покрыта листовой сталью;
- на верстаке должен быть установлен защитный экран из органического стекла или металлической сетки с ячейками размером не более 3 мм. Экран обеспечивает защиту работающего от отлетающих частиц металла при выполнении таких операций, как, например, рубка зубилом;
- верстаки должны быть оборудованы светильниками местного освещения напряжением не более 220 В;
- слесарные тиски, устанавливаемые на верстаке, должны обеспечивать надежное закрепление обрабатываемой заготовки, для чего они снабжаются стальными сменными губками, имеющими перекрестную насечку на рабочей поверхности с шагом 2...3 мм и глубиной 0,5... 1,0 мм.

Ручной инструмент (молотки, чертилки, кернеры, зубила, крейцмейсели, напильники, шаберы, ножовки, ножницы, гаечные ключи и т.д.) для обеспечения безопасного применения должен отвечать следующим требованиям:

- рабочая поверхность молотков и кувалд должна быть гладкой (не допускается наличие трещин, сколов, выбоин, заусенцев);
- рукоятки молотков должны иметь в поперечном сечении овальную форму по всей длине, быть гладкими, без трещин;
- напильники, шаберы и отвертки должны иметь рукоятки, выполненные из дерева или полимерных материалов (использование этих инструментов без рукояток категорически запрещено);
- зубила, крейцмейсели, не должны иметь трещин, волосовин, сбитых и скошенных торцев, а их рабочая часть не должна иметь видимых повреждений. Работа зубилом, крейцмейселем должна выполняться с использованием защитных очков (зона обработки при этом должна быть защищена экраном из металлической сетки или органического стекла);
- рукоятки ручных ножниц для разрезания металла должны быть гладкими, без вмятин, зазубрин и заусенцев, а с их внутренней стороны должен быть предусмотрен упор, предотвращающий сдавливание пальцев руки;
- ручные рычажные ножницы должны быть надежно закреплены на верстаке и снабжены прижимами на верхнем подвижном ноже для обеспечения прижатия разрезаемого листа к поверхности нижнего неподвижного ножа и противовесом, обеспечивающим удержание верхнего ножа в безопасном положении.

Ручной электроинструмент должен подключаться к электрической сети напряжением не более 42 В. При работе с электроинструментом, подключенным к сети 220 В, обязательным является использование средств электрозащиты (резиновые коврики, диэлектрические перчатки и т.п.).

В случае обнаружения неисправностей электроинструмента работа с ним должна быть немедленно прекращена.

2. Правила пользования спецодеждой сварщика

Работа сварщиков относится к категории особо опасных. Трудовое законодательство предъявляет строгие требования к соблюдению безопасности при проведении сварочных работ. Важно знать, для чего нужна спецодежда сварщику.

Воздействие электрической дуги на кожу в течение 1-3 минут вызывает поражения кожи. Брызги плавящегося металла, искры могут стать причиной ожога.

Чтобы избежать получения таких видов травм, сотрудники должны использовать специальный защитный костюм и средства индивидуальной защиты.

Костюм сварщика должен быть устойчив к высоким температурам, прожиганию от попадания раскаленного металла, излучениям и деформации, также костюм должен иметь вентиляцию, защищающую сварщика от перегрева. Входящие в комплект перчатки, ботинки и маска, призваны максимально защитить глаза и кожу от попадания инфракрасных лучей. Соответственно сопутствующие элементы костюма также должны быть изготовлены из специализированного материала. Элементы комплекта спецодежды для сварщика

- Костюм
- Ботинки
- Очки со светофильтрами или маска
- Рукавицы
- Нарукавники
- Фартук

Костюм сварщика – это комплект, который состоит из брюк и куртки. Ткань, из которой шьют костюм, должна быть износостойкой и устойчивой к воздействию огня и различных жидкостей.

Ботинки сварщика – это специальная обувь из натуральной кожи, покрытая огнеупорным слоем, способным уберечь ноги от попадания раскалённого металла и излучения.

Маска сварщика является самым необходимым элементом в работе сварщика, она защищает самый уязвимый орган человека – глаза, как от механических повреждений, так и от опасных лучевых излучений (инфракрасных и ультрафиолетовых лучей).

3. Организация рабочего места сварщика

Рабочим местом называется та часть рабочего пространства, где располагается производственное оборудование, с которым взаимодействует человек в рабочей среде.

Места проведения сварочных работ разделяют на постоянные и временные. Постоянные (стационарные) места предназначены для работ, которые выполняются в специально оборудованных цехах, мастерских и т.д. Устанавливают сварочный аппарат в защищенном от атмосферных воздействий, стол сварщика, манипулятор, вытяжку и т.д. в хорошо проветриваемом помещении площадью не менее 3 м²

Требования к организации рабочего места сварщика

- Чтобы обеспечить должные условия труда сварщика на рабочем месте, важно контролировать безопасность работы. По этой причине профессионалы советуют пользоваться экранами из негорючих материалов. Чтобы сваривать мелкие детали, рабочее место должно быть выполнено в виде кабины с открытым верхом.

- Светозащитный экран и стены самой кабины должен быть обшит огнеупорными материалами.

- Требования к размерам поста – площадь от 4,5 м². Важно, чтобы используемое оборудование легко помещалось, так же как и сборные сварочные единицы и все необходимые детали.

- Существует ряд нормативных требований к оборудованию рабочего места сварщика. Так, в одной кабине допустимо размещать несколько сварочных аппаратов. Однако тогда помещение нужно разделить светозащитными экранами. Также можно воспользоваться сварочными шторами.

- То, как будет организовано рабочее место электросварщика, зависит от типа выполняемых работ. Когда это постоянное или стационарное место, сварка осуществляется в специальных мастерских и в цехах. Сварочный аппарат размещают в закрытом проветриваемом помещении. Чтобы обеспечить требуемую безопасность, пол должен быть выполнен из бетона.

- Временное рабочее место необходимо, чтобы выполнять сварку на объекте. В такой ситуации используется вспомогательное оборудование. В непосредственной близости должны быть также огнетушители, песок, ведро и другие материалы, чтобы можно было быстро ликвидировать возгорание.

Вентиляция на рабочем месте сварщика

При описании рабочего места сварщика нельзя забывать про такой важный элемент, как вентиляционная система, особенно когда организуется стационарный пост. Вентиляция нужна, когда применяется газ, а также для отвода выбросов, образующихся при выполнении сварки.

Особенности размещения сварочного оборудования

Оснащение поста должно быть выполнено таким образом, чтобы оборудование размещалось правильно. Всевозможные установки, состоящие из нескольких сварочных агрегатов, должны находиться в отдельном помещении, которое огорожено перегородками (их высота минимум 170 см).

Для защиты рабочего места сварщика сварочные кабины важно изолировать от других людей. В них размещают сварочный стол и другие принадлежности, такие кабины должны быть достаточно просторными. Их габариты 2 × 2 или 2 × 3 метра, высота – до 2

метров. Чтобы вентиляция осуществлялась должным образом, стены необходимо монтировать, оставляя зазор от пола 20 см.

Сварочные столы – это рабочая плоскость, на которой сваривают и собирают детали. Их высота составляет 50-60 см, когда на посту сварщик работает сидя, либо 90 см – если человек выполняет сварку в стоячем положении. Минимально допустимая площадь стола – 1 м². Для соблюдения требований к рабочему месту сварщика следует применять специальные болты, к ним крепятся провода от сварочного аппарата.

На столе необходимо расположить гнезда для электродов. Когда в столе имеется выдвижной ящик, то документы и инструменты лучше всего хранить в нем.

Чтобы полностью укомплектовать рабочее место сварщика необходимым инструментарием, следует учитывать особенности работы. Однако есть основной список инструментов, без которых не обойтись при проведении сварочных работ:

- оборудование для сварки;
- щетка из металла;
- сварочный стол и стул;
- зубило и молоток;
- держак;
- винтовой зажим;
- защитная маска.

Помните о том, что рабочее пространство не должно быть заставлено лишними предметами и инструментами, мешающими человеку эффективно трудиться. Выполнять сварку следует, когда функционирует вентиляционная система, также необходимо использовать мобильные воздухоотсосы.

4. Способы сборки под сварку, применяемое оборудование.

Существует 2 способа сборки изделия под сварку

1. Сборка производится до плотного сопряжения собираемых деталей (или с необходимым технологическим зазором) и сжатия их в таком состоянии для последующей сварки и постановки электроприхваток. В этом случае отклонения в размерах изделия определяются суммой отклонений в размерах собираемых деталей, т.е. размерными цепями изделия. Следовательно, при таком способе сборки на чертежах деталей допуски должны назначаться исходя из возможного или наиболее вероятного их суммирования при сборке изделия. Таким образом, при 1-м способе сборки сборочный процесс и конструкция зажимного устройства не зависят от допусков по размерным цепям, а размеры сварного изделия полностью определяются фактическими размерами деталей и положением фиксаторов и упоров сборочного кондуктора.

2. Сборка производится по заданным размерам готового изделия с соответствующими допусками. В этом случае конструктором сварного изделия должны быть предусмотрены компенсирующие зазоры или компенсирующие или компенсирующие прокладки “по месту” в каждой размерной цепочке, либо подрезка и подрубка деталей “по месту” (подгонка), либо применение селекционной сборки, когда детали сортируются по фактическим размерам и затем группируются по сборочным комплексам так, чтобы был возможен первый способ сварки – до плотного сопряжения деталей без подрезки и без зазоров

Наиболее широкое распространение получил 1-й способ сборки. Сборочные устройства по функциональному назначению и характеру выполняемых операций можно разделить на три основных типа:

- 1.) сборочные стенды и кондукторы, в которых выполняется сборка изделий на прихватках с последующей передачей собранного изделия в другое сварочное устройство.
- 2.) сборочно-сварочные кондукторы, в которых выполняется не только сборочные, но и сварочные операции, в большинстве случаев без предварительной постановки прихваток.
- 3.) сборочно-сварочные кондукторы – кантователи, в которых кроме сборочных и

сварочных операций осуществляется также операции кантовки изделия в удобное для сварки положение.

Сварочными приспособлениями называются дополнительные технологические устройства к оборудованию, используемые для выполнения операций сборки под сварку, сварки, термической резки, пайки, наплавки, устранения или уменьшения деформаций и напряжений, а также для контроля. В комплексно-механизированном сварочном производстве широко применяются загрузочные, разгрузочные, подъемно-транспортные и комбинированные приспособления, чалочные устройства, тиковая и специализированная оснастка, различный инструмент.

5. Классификация и назначение сборочно - сварочной оснастки

Классификация сварочной оснастки

Сборочно-сварочная оснастка включает в себя достаточно большой перечень инструментов, поэтому классифицируется исходя из ряда признаков.

С точки зрения функционала и выполняемых задач вся сборочно-сварочная оснастка делится на:

- Сборочные устройства, используемые при сборке конструкций. При этом необходимые параметры изделия достигаются посредством закрепления отдельных деталей прихватами или съемными фиксаторами.
- Сварочные приспособления, необходимые непосредственно для сварочных операций на предварительно собранных и закрепленных конструкциях. Нужно учитывать, что в процессе используются сразу два первых вида приспособлений.
- Сборочно-сварочные устройства, позволяющие при помощи одной установки производить сразу сборку и сварку элементов изделия. Обычно такая оснастка позволяет отказаться от использования прихваток.

Оснастка для сварочных работ бывает:

1. Универсальная, то есть применяется при работе с конструкциями, имеющими отличные конструктивно-технологические особенности.
2. Специализированная и специальная, которая подходит только для обработки определенной группы изделий с одинаковыми конструктивно-технологическими характеристиками.

Отметим, что работа со специализированными устройствами позволяет увеличить точность и производительность всех операций, поэтому именно такую оснастку выбирают для оснащения крупносерийных производств.

По характеру работы и способу приведения в действие встречаются устройства:

- ручные, работа с которыми сопряжена с ручным трудом;
- механизированные, использующие один из существующих видов энергии: сжатый воздух, жидкость, электричество;
- автоматизированные, где электроэнергия используется как для запуска системы, так и для управления ею, при этом не требуются усилия со стороны специалиста – он отвечает только за настройку и пуск;
- быстродействующие, предполагающие минимальный расход вспомогательного времени;
- одно- и многопозиционные.

Также приспособления делят на переносные и стационарные (неподвижные, перемещающиеся, поворотные) в соответствии с их размерами и весом.

В среде специалистов сборочное оборудование принято делить на такие *основные группы*:

- Сборочные кондукторы. Это устройства, которые выглядят как плоская или пространственная рама либо плита, с закрепленными на ней установочными и зажимными элементами. Поскольку кондукторы используются для сборки и сварки изделий, их

основание должно быть жестким и прочным, способным выдержать возникающие во время сварки усилия. Данное оборудование может быть поворотным или неповоротным.

- Сборочные стенды и установки для работы с крупными изделиями. Обычно это неподвижное основание, на котором размещаются установочные и зажимные элементами, также вся система дополняется передвижными или переносными устройствами. Для краткости сборочные кондукторы, стенды и установки принято обозначать как «сборочные устройства».

- УСП или универсальные сборно-разборные приспособления, которые включают в себя набор отдельных взаимозаменяемых стандартных элементов. Последние многократно используются для сборки различных типов изделий при опытном, единичном производстве и выпуске небольшими сериями. Элементы УСП отличаются от других видов оснастки Т-образными и шпоночными пазами, благодаря сочетанию которых достигается наиболее жесткое крепление самых разных по форме и размерам элементов.

- Переносные сборочные приспособления, то есть универсальные устройства, используемые для разнообразных изделий. Если речь идет о единичном производстве, то переносные приспособления используются сами по себе, без другого сборочного оборудования. При выпуске больших серий данное оборудование необходимо для сборки крупногабаритных изделий, используется оно вместе с передвижным и стационарным, в качестве дополнения к первым двум типам сборочных устройств.

6. Виды сборочно-сварочных приспособлений.

Сварочному процессу предшествует подготовка. Соединяемые заготовки нужно правильно выставить и зафиксировать. Порой это занимает очень много времени. Задача сильно упрощается, если использовать специальные приспособления. Они отличаются назначением и функционалом.

Все приспособления, которые применяются для удержания элементов, делятся на две группы в зависимости от функционала – *закрепляющие и установочные*. Наиболее практичны универсальные устройства, которые объединяет в себе обе эти функции.

Установочные

Оснастка данной категории предназначена для начальной установки элемента в нужном пространственном положении. Важно добиться именно того расположения, которое свойственно для готового изделия. Приспособления установочной группы отличаются по своему функционалу и конструктивному решению. Они делятся на подкасты: угольники, шаблоны, призмы и упоры.

Угольники необходимы для того, что установить элемент под нужным углом по отношению к сопряженной поверхности. Шаблонные угольники дают возможность установки детали под одним определенным углом – 30, 45, 60, 90 градусов или другим. Куда практичнее использовать универсальные аналоги, имеющие поворотные лучи. Они позволяют выбрать любой нужный угол для установки детали.

Шаблоны востребованы в том случае, когда нужно установить деталь будущей конструкции в стандартном положении по отношению к ранее сваренным деталям.

Призмы используются для фиксации цилиндрических элементов в predetermined пространственном положении. Вместо призмы можно применять самую простую конструкцию, сделанную из двух сваренных между собою уголков.

Упоры требуются для фиксации элементов базы. Они бывают откидными, постоянными или съемными. Постоянным упором может быть любая распорка, платина или брусок из дерева или металла. Они привинчиваются или привариваются с целью правильного расположения одной из деталей конструкции и не убираются. Откидные или съемные упоры используются в случаях, когда их постоянное присутствие в конструкции недопустимо или обременительно.

Закрепляющие

Сварочные приспособления, которые применяются для фиксации детали в нужном положении уже после того, как она была выставлена. Крепеж нужен для того, чтобы исключить случайный сдвиг элемента (например, от соприкосновения с электродом) или же его деформацию в результате охлаждения. Закрепляющие устройства представлены большим ассортиментом. Сюда относятся струбцины, стяжки, зажимы, распорки и прижимы.

Струбцина представляет собой универсальный инструмент, который пригодится в большинстве случаев работы с металлом. Для сварщика это оснастка №1, без которой работать катастрофически неудобно и малопродуктивно. Особенно, если речь идет о сочленении заготовок небольшого размера. Существует различные варианты исполнения струбцин для сварочных работ, которые отличаются по форме и размеру. Они могут иметь постоянный или регулируемый зев. Особой популярностью пользуются быстрозажимные варианты, которые сжимаются посредством кулачкового механизма. Каждый сварщик должен иметь набор струбцин разной конфигурации, поскольку в его работе этот инструмент является незаменимым.

Зажимы по сравнению со струбцинами характеризуются большей приспособленностью и удобством использования. Детали фиксируются простым движением – сжатием и разжатием ручек зажимов. Размеры зева в большей части моделей регулируются при помощи винта, размещенного в ручке; перестановкой поворотного штифта или иным способом.

Прижимы бывают нескольких видов. Делятся они по принципу действия: рычажные, клиновые, винтовые, пружинные, эксцентриковые. Наибольшее распространение получили винтовые прижимы. Их можно изготовить самостоятельно. Это довольно примитивный самодельный механизм, представляющий собой две пластины с отверстиями, через которые продет винт. Соединяемые детали удерживаются пластинами, которые в свою очередь зажимаются винтом.

Клиновые зажимы использовать не всегда удобно. Там зажимаются детали при помощи клиньев, подкладок и скоб. Забиваются они молотком, на что тратится время.

Пружинная скоба работает за счет деформации сжатия. Для ее изготовления используется особый вид проволоки или листовой стали, обладающий пружинными свойствами.

В *эксцентриковых прижимах* основным элементом является смещенный кулачок. Проворачиваясь, он смещается относительно своей оси вращения, что можно использовать в том числе и для сжатия. Такой механизм удобен тем, что дает возможность зафиксировать заготовки одним движением. Но есть и весомый изъян. Дело в том, что ход кулачка небольшой. Поэтому востребованы они намного меньше, нежели винтовые аналоги.

Стяжки идеально подходят в случае необходимости сближения кромок свариваемых заготовок, особенно, габаритных. Они имеют разный способ крепления к заготовкам и отличаются по длине. Стяжки нужного размера подбираются в зависимости от удаленности деталей и их сопротивляемости перемещению.

Распорки предназначены для выравнивания кромок заготовок, исправления деформации иного рода и придания плоскостям нужной конфигурации.

Многие перечисленные здесь приспособления можно изготовить самостоятельно. Изначально оснастке придается форма, которая наиболее часто востребована для соединения заготовок.

Установочно-закрепляющие приспособления

Самыми удобными для сварочных работ являются приспособления для решения комплекса небольших задач. Хорошо, когда при помощи одной оснастки можно выставить заготовку в нужное положение и надежно зафиксировать. В таком случае нет необходимости заботиться о наличии большого количества вспомогательного инструмента.

Универсальные зажимные приспособления позволяют быстро установить заготовки в нужном положении, зафиксировать их и приступить к сварочному процессу.

После того, как все элементы будут правильно расположены и зафиксированы, выполняются прихватки минимум в четырех точках, которые должны соединить полосу с двумя уголками. Формировать сварной шов сразу без прихватов не стоит, поскольку металл может увести в сторону и прямой угол уже не сохранится.

Приспособление для сварки труб

Сваривание торцов труб сварщикам выполнять приходится нередко. Есть приличное количество приспособлений, облегчающих сварку труб. Их применение положительно сказывается на качестве сварного соединения. Такие устройства принято называть *центраторами*. Они обеспечивают точное совпадение кромок свариваемых заготовок, тем самым способствуя более быстрому выполнению работы. В зависимости от конструктивного решения они бывают наружными или внутренними. Более востребованы *наружные центраторы*.

Для сварочных работ с трубами большого диаметра успешно используется *звенный центратор*. Называется он так, потому что состоит из нескольких звеньев, соединенных при помощи шарниров. Они образуют замкнутый контур. Торцы двух соединяемых труб размещаются внутри данного приспособления. Они удерживаются специальными упорами, которые и центрируют их по отношению друг к другу.

Для домашнего использования больше подойдут *струбцины-центраторы*. Они предназначены для совмещения труб небольшого диаметра. К примеру, модель СМ151 рассчитана на работу с магистралями диаметром от 57 до 159 мм. А вот *струбцина-центратор ЦС3* пригодится, если диаметр труб не выходит за пределы диапазона 10-70 мм.

Приспособления с магнитами

Очень удобно для позиционирования заготовок в сварочных работах использовать специальные магнитные приспособления для сварки. С их помощью легко соединять легко выставить детали и удерживать их в нужном положении сколь угодно долго, благодаря силе притяжения магнитов.

1. Магнитные угольники

Очень распространенные инструменты. На потребительском рынке они представлены в широком ассортименте – всевозможных размеров, форм, комплектаций и функционала. Некоторые модели просты и помогают выставить заготовки в каком-либо одном положении. Есть варианты с дополнительными крепежными элементами, а также с возможностью изменения угла размещения деталей. Такие устройства очень удобны в работе с листовым металлом, рамными конструкциями, стойками и т.п.

2. Универсальные приспособления

Есть и другие магнитные устройства, которые по сравнению с угольниками наделены большей функциональностью и возможностями. Одно из таких приспособлений называется *MagTab*. С его возможностями стоит ознакомиться более детально.

Сборочно-сварочные приспособления на магнитной основе просты и удобны в применении. Благодаря им, время на первичную сборку конструкции снижается в несколько раз. Вырастает не только скорость выполнения работы, но и качество сварочного соединения. Ведь уже на начальном этапе специалист видит собранную конструкцию такой, какой она должна быть после сварки.

7. Приемы и последовательность разметки металла.

Разметкой называется операция по перенесению формы и размеров изделия с чертежа на заготовку. Различают следующие разметки: плоскостная, пространственная и по образцу. Плоскостная разметка применяется в том случае, когда контуры деталей лежат в одной плоскости; при пространственной разметке линии наносят в нескольких плоскостях или на нескольких поверхностях.

Разметку классифицируют по способу нанесения:

- Ручная— используется ручной инструмент специалистами по слесарной обработке;

- Механизированная — выполняется с помощью станков.

И по месту нанесения:

- Поверхностная — наносится в рамках одной плоскости, то есть разметка не связана с линиями и точками других разметок в иных плоскостях;

- Пространственная — наносится в единой трехмерной системе координат. Выбор пространственной или поверхностной разметки влияет форма детали.

Способы нанесения разметки

Рассмотрим виды рисок и приемы нанесения.

Виды рисок

Разметочные линии могут иметь следующий вид:

- горизонтальные;
- вертикальные;
- наклонные;
- криволинейные.

Для каждого вида есть свои правила.

Прямые риски следует проводить хорошо заточенным режущим инструментом за один прием без отрыва от плоскости листа. Резец наклоняют в сторону от измерительного инструмента, чтобы не создавать погрешностей.

Параллельные прямые наносят с помощью угольника и линейки. Угольник перемещают вдоль опорной линейки на нужную длину. Если в плоскости листа уже есть отверстия, то для привязки линий используют **центроискатель**. Криволинейные линии лучше наносить после прямолинейных, так как это позволяет увеличить точность всей разметки. Дуги замыкают прямые линии, соблюдая гладкое сопряжение.

Для разметки наклонных линий используют разметочный транспортир с шарнирной линейкой, который закреплен в нулевой точке.

Для особо точной разметки могут применяться штангенциркули, которые позволяют наносить разметку с точностью до сотых долей миллиметра.

Использование кернов для нанесения рисок

Для повышения точности нанесения рисок допускается использовать керны. В этом случае в начале и конце линии ставят по одному отверстию. Такой способ позволяет визуально контролировать положение линейки во время нанесения линий.

Если риски получаются большой длины, то вспомогательные керны ставят через каждые 5-15 см. Если необходимо начертить окружность, ставят четыре керны на концах перпендикулярных диаметров.

При работе с уже обработанным изделием керны ставят только в начале и в конце разметочных линий. Если поверхность имеет чистовой вид, керны ставят на боковых поверхностях, куда продлевают и риски.

Приемы нанесения разметки

Перечислим наиболее распространенные приемы нанесения разметки.

1. По шаблону. Берется стальной лист, на котором размечают все керны и риски. Затем по этому листу через одиножды размеченные прорезы и отверстия размечают всю партию. Если нужно обработать детали сложной формы, изготавливают несколько шаблонов для каждой плоскости. Этот метод используют на мелкосерийном производстве.

2. По образцу. В этом случае берется готовый образец, с которого переносят все размеры.

3. По месту. Этот метод применяют когда необходимо изготовить сложное многосоставное изделие. Заготовки размещают в том порядке, в котором они должны быть установлены в конечном изделии, поэтому размечаются они совместно.

4. Карандашом или маркером. Метод для работы с хрупкими заготовками, например, из алюминия. Маркер или карандаш не разрушат наружный защитный слой.

5. Точная. В этом случае используют измерительные и разметочные инструменты повышенной точности.

При этом несколько методов могут сочетаться друг с другом.

Рекомендации по нанесению разметки

Для проведения качественной разметки следует придерживаться следующих рекомендаций.

Чертеж — это основа. При разметке следует внимательно смотреть на чертеж, размечая детали в соответствии с ним.

Все разметочные инструменты должны быть в хорошем состоянии с отметками о контроле в метрологической службе. Неправильно установленная деталь приведет к перекосам разметки, нарушению параллельности и соосности.

Для разметки применяются следующие инструменты:

Чертилка — стержень из инструментальной стали, закаленный и остро заточенный; средняя часть его утолщена для удобства держания в руке. Другой конец чертилки отгибают под углом 90° и также остро затачивают; загнутый конец дает возможность вести разметку в труднодоступных местах. Иногда при разметке на хорошо обработанных поверхностях применяют чертилки из мягких материалов: например, чертилки из латуни — для разметки по стали, остро заточенный карандаш — для разметки латуни, алюминия, а также для драгоценных металлов. Чем острее заточена чертилка, тем тоньше разметочная линия и тем выше точность разметки.

Линейки — обычные стальные масштабные или со скошенными рабочими кромками, обеспечивающие большую точность разметки.

Угольники — обычные слесарные и с Т-образной полкой; последние более производительны и удобны в работе.

Штангенциркули применяют для измерения наружных и внутренних диаметров, длин, толщин, глубин и др. С большой точностью можно измерить наружные и внутренние размеры и глубины штангенциркулем ШЦ-1.

Разметочные циркули — для нанесения дуг и окружностей, деления отрезков на части, перенесения размеров и т. п. Часто применяются также штангенциркули с точностью 0,05 мм.

Кернеры — для закрепления разметочных линий путем накернивания и для наметки центров отверстий.

Молоток — для кернения весом 100—150 г.

8. Разделка кромок под сварку.

Среди важных подготовительных этапов сваривания металлических заготовок является и работа с кромками. В ряде случаев им необходимо придать определенную форму, сделать края косыми. Этот процесс называется *разделкой кромок*.

Подготовка такого плана необходима для создания прочного сварного соединения, способного выдержать большие механические нагрузки. *Суть работы* заключается в том, чтобы снять часть металла и создать небольшой скос под углом. Благодаря скошенным кромкам обеспечивается отличный провар по всей ширине заготовки.

Способ разделки кромок под сварочные работы зависит от конструктивных параметров соединения:

- Угол скоса. На графических материалах и в документации обозначается литерой "β". Обозначает величину угла между торцом детали и скошенной поверхностью. Значение, как правило, находится в диапазоне от 10 до 30 градусов. При разделке только одной кромки угол может составлять и 45 градусов.

- *Угол разделки соединения.* В описании задания или на чертежах обозначается буквой "α". Термин обозначает величину угла между уже подготовленными скосами. Если кромки обрабатывались одинаково, то значение равно удвоенной величине угла скоса. Логично предположить, что диапазон его значений находится в пределах от 20 до 60 градусов.

Важно правильно выбрать угол раскрытия, чтобы обеспечить электроду доступ до корня шва. Только в таком случае обеспечивается хороший провар стыка.

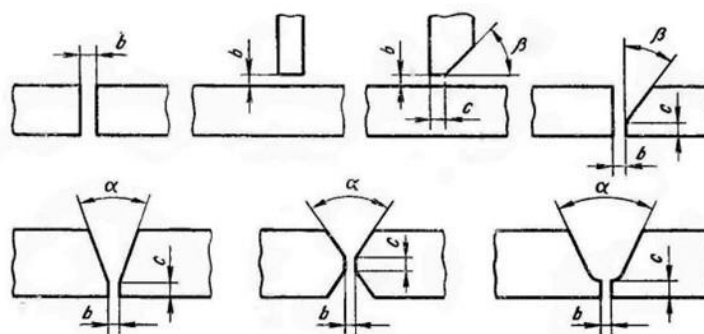
- **Притупление.** Маркируется буквой "С". Обозначение величины угла кромки, которая не подвергалась обработке. Она может иметь как прямой угол, так и острый. В последнем случае процесс сваривания заготовок будет затруднен. В тонкой части стыка не исключаются прожоги металла. Чтобы исправить ситуацию специалисты прибегают к так называемому затуплению кромок. Глубина обработки может достигать двух миллиметров.

- **Зазор.** Обозначается через символ "b". Информирован о величине зазора в корне стыка. Сам зазор необходим для того, чтобы обеспечить максимальный провар в корневой зоне. Как правило, его значение составляет порядка 1,5 мм. В зависимости от технических особенностей сварки величина может увеличиваться или уменьшаться.

- **Длина скоса.** В технической документации маркируется символом "L". Призвана обеспечивать плавность перехода от минимального значения скошенной части до толщины заготовок. Важно выбрать правильное значение параметра. Это позволяет устранить напряжение в данной области.

- **Высота и ширина.** Обозначаются привычными для таких параметров символами: "h" и "в" соответственно.

- **Катет шва.** Условное обозначение выражается через литеру "К". представляет собой минимальное расстояние от поверхности одной детали до противоположной границы сварочного шва.



Виды разделки кромок

Принятая классификация включает все известные сегодня способы разделки кромок свариваемых металлических заготовок. Выбор конкретного варианта базируется на таких параметрах: тип шва, используемая технология сварки, толщина стенок. Приведенные в классификации виды имеют свое название. Оно выражается в виде латинской буквы, на которую похож метод разделки. Три типа имеют прямолинейный скос и только один – криволинейный.

V-образная

Применяется наиболее часто. Популярность обусловлена простотой исполнения и универсальностью: подходит для разделывания металлических заготовок разной толщины в диапазоне от 3 до 26 мм. Способ требует разделок обеих кромок. Величина угла составляет 60 градусов. Отлично подходит для тавровых, стыковых и угловых соединений.

X-образная

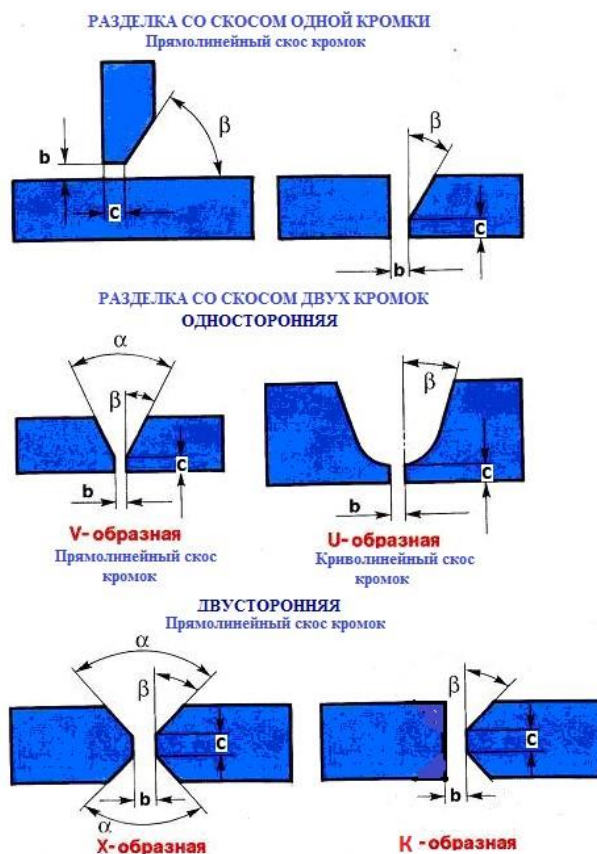
Тоже востребованный вариант подготовки кромок. Скосы делаются с обеих сторон. Отлично подходит для подготовки деталей с толщиной стенки от 12 до 60 миллиметров. Угол резки составляет 60 градусов. Сваривается в несколько проходов с каждой стороны, что позволяет снизить расход электродов на формирования шва. При нагреве возможна незначительная деформация.

K-образная

Способ используется очень редко. Кромки подготавливаются только на одной детали, но с обеих сторон. То есть, одна из кромок имеет прямую стенку, а другая – два скоса.

U-образная

Единственный вариант криволинейного скоса, который из-за своей формы еще называются «рюмочным». Именно из-за формы этот вариант разделки кромок является самым трудным. Выполняется с использованием специального оборудования – кромкорезов. Его применение может быть оправдано только в том случае, когда качество шва должно быть безупречным. Обе кромки подготавливаются с одной стороны и имеют идентичные зеркально обращенные скосы. Подходит для стенок в диапазоне толщин от 20 до 60 мм. Метод характеризуется небольшим расходом электродов.



Смещение кромок сварных стыковых соединений

Вовсе не обязательно, чтобы кромки были симметричны по форме и размещались строго параллельно. Допускается их смещение, но только в определенных рамках. Такие допуски регламентируются в нормативной документации. Величина смещения напрямую зависит от толщины соединяемых деталей.

Кромки для труб

Все, что касается сваривания трубопроводов, характеризуется повышенными требованиями к качеству и регламенты работ. Формирование швов на трубных магистралях является достаточно сложным и трудоемким процессом. Разделка кромок под сварку труб прописана в положениях ГОСТа 16037.

Большое внимание уделяется соблюдению перпендикулярность оси трубы по отношению к торцевой поверхности. Чтобы соблюсти требования, необходимо перед началом подготовки кромок обрезать трубу для получения прямого угла. Показатель угла раскрытия тоже варьируется в небольшом диапазоне значений: 60-70 градусов. Допускается притупление кромок на 2-2,5 мм. Обработка торцов возможна любым доступным способом – ручным, механическим, станочным, газовым резаком.

При сборке трубопроводных магистралей важно соблюсти соосность соединяемых элементов и точную стыковку поверхности. Не менее жесткие требования предъявляются и к величине зазоров. Они должны укладываться в диапазон 2-3 мм. Чтобы исключить перекося элементов, зазор должен быть одинаков по всей окружности.

9. Предварительный подогрев металла. Способы подогрева кромок перед сваркой.

Сварка с подогревом металла имеет свои преимущества. Среди специалистов нагрев шва в околошовной зоне называется просто – предварительный нагрев. Чаще всего такой подход имеет место при изготовлении печей, резистивных нагревательных элементов, горелок и высокочастотных нагревательных элементов. Благодаря такому нагреву можно избежать появления холодных трещин на металле. Кроме того, он препятствует чрезмерному повышению твердости.

Для чего нужна сварка с подогревом металла

Преимуществами использования сварки с предварительным нагревом металла являются:

1. Устранение или уменьшение растрескивания материала, имеющего высокую влажность поверхности. Нагрев изделия убирает влагу, что снижает вероятность появления трещин.

2. Улучшение процессов расплавления металлов шва и их осаждения, происходящее при основной сварке.

3. Снижение напряжений материалов. Подогрев помогает равномерно расширяться и сжиматься металлам сварного соединения и изделия.

4. Повышение качества структуры шва. Предварительное нагревание металла замедляет последующее его охлаждение. Следовательно, соединение затвердевает более равномерно, улучшая механические свойства микроструктуры материала.

Существует несколько способов термической обработки изделий, которые определяются их дальнейшим применением:

- Предварительный подогрев – еще до начала сварки мастер задает минимальную температуру соединения. Получить эту информацию можно в WPS (спецификация сварки), где содержатся данные о температурном диапазоне.

- Подогрев между проходами – при ведении многопроходной сварки мастер должен максимально прогреть материал до начала нового этапа. Температура нагрева при этом не должна опускаться ниже минимального значения обработки, проведенной предварительно.

- Поддержание сварочной температуры, ниже которой не должна охлаждаться сварочная зона до окончания работ. Если процесс соединения останавливается, следует поддерживать тепло на указанном уровне.

10. Подготовка металла под сварку

Подготовка металла под сварку – важный этап процесса соединения деталей изделия. От него зависят надежность сварного шва, а значит, и прочность будущей конструкции.

Подготовка включает несколько этапов, которые одинаково важны. Пропуск хотя бы одного приводит к дефектам сварки. Специалист должен осуществить правку, зачистку, разметку и подгонку кромок.

Подготовка металлических заготовок к сварке включает:

- правку, которая необходима при наличии деформаций;
- зачистку поверхности заготовок;
- разметку, которая нужна при раскрое деталей металлоконструкции;
- резку, необходимую для формирования требуемой геометрии заготовок;
- гибку отдельных заготовок, если в ней есть потребность;

- обработку торцов и кромок;
- сборку конструкции перед началом сварочных работ.

Каждая из перечисленных процедур крайне важна. Ни одной из них не стоит пренебрегать.

Особое внимание опытные сварщики уделяют подготовке поверхности металлических заготовок, которая при правильном выполнении должна отвечать ряду требований:

1. Чистота

Зачистка металла под сварку выполняется для полного удаления ржавчины, масел, жиров, старой краски и прочих органических и неорганических загрязнений. Для очистки поверхности заготовки применяются механические, химические методы или их комбинация.

2. Отсутствие окислов

С поверхности металлических заготовок под сварку необходимо удалить все окислы, которые отрицательно сказываются на качестве сварных соединений. Для их удаления пользуются специальными средствами и методами, например, кислотными растворами или шлифовкой.

Еще один важный этап подготовительных работ включает в себя очистку и обезжиривание поверхности металла под сварку. Грязь и масляная пленка на соединяемых кромках могут отрицательно сказаться на качестве сварных швов.

Очистка и обезжиривание поверхности металла под сварку могут быть:

- Механическими. Посредством таких способов ржавчина, старая краска и прочие загрязнения очищаются специальными средствами – щетками, в том числе с металлической щетиной, шлифовальными машинками и абразивными материалами.
- Химическими. Используются растворы (кислотные, щелочные и содержащие специальные реагенты) и составы, которые эффективно удаляют окислы, жиры и прочие органические загрязнения с поверхности заготовок.
- Термическими. Очистка производится посредством высокой температуры, которая позволяет удалять с поверхности заготовок различные загрязнения и окислы. Особую эффективность нагревание показывает при удалении разного рода органики, например, масел и жиров.
- Комбинированными. Такие методы предусматривают применение механической и химической очистки поверхности металла под сварку от оксидов и загрязнений, особенно сложных.

При выборе способов удаления с поверхности металла заготовок ржавчины, грязи, масел и старой краски обычно ориентируются на сложность работы и требуемое качество сварных соединений.

11. Технологический процесс: понятие, этапы типового технологического процесса подготовки изделия к сварке.

Технологический процесс сварки включает в себя:

- последовательность технологических операций;
- разбивку конструкции на отдельные технологические узлы или элементы;
- эскизную проработку специальных приспособлений и оснастки;
- расчеты режимов основных сварочных процессов, расчеты ожидаемых сварочных напряжений и деформаций;
- сравнительную оценку разработанных вариантов технологии.

После окончательного утверждения технического проекта и принятого варианта технологии выполняют рабочее проектирование конструкции (составление конструкторской документации) и разработку рабочей технологии (составление технологической документации).

Рабочий технологический процесс сварки включает в себя:

- уточнения и изменения принципиального технологического процесса, связанные с изменением конструкции на этапе рабочего проектирования;
- разработку технологических карт, в которых указывают все параметры режима сварки, применяемые сварочные материалы и оборудование;
- краткие описания технологических приемов выполнения отдельных сварочных операций;
- требования к прочности и качеству сварных конструкций на отдельных этапах их изготовления;
- указания методов проверки точности и контроля качества соединений, узлов и готовой конструкции.

В зависимости от количества изделий, охватываемых процессом, установлено два вида технологического процесса: типовой и единичный. Правила разработки рабочих технологических процессов предусматривают обязательное использование типовых технологических процессов и стандартов на технологические операции.

В зависимости от степени детализации каждый *технологический процесс сварки* может быть маршрутным, операционным или операционно-маршрутным. Типовые технологические процессы разрабатывают на основе анализа многих действующих и возможных технологических процессов для типовых представителей групп изделий. Технологическая операция является частью технологического процесса, выполняемой на одном рабочем месте.

12. Правила наложения прихваток

Прихватка – это процесс закрепления деталей при сборке под сварку при помощи коротких сварных швов, называемых прихваточными или «прихватками».

Во время сварки прихватка полностью проваривается либо убираются механическим способом. По этому признаку их можно разделить на два вида:

- временные – используются для закрепления деталей и в последствии удаляются; наносятся с обратной сварке стороны;
- остающиеся – являются частью основного шва и выполняются с полным проваром.

Последовательность выполнения швов различной длины:

Короткий и средний. Первая точка ставится в середине будущего шва, следующая слева от нее, затем справа. Продолжать надо попеременно с разных сторон на одинаковом удалении от предыдущей точки до тех пор, пока не будут прихвачены края.

Длинный. Последовательность противоположная предыдущему варианту. Сначала ставятся две точки по краям, затем прихватывается середина шва, после чего добавляются внутренние точки.

Кольцевой. Первая точка ставится произвольно, вторая напротив нее. Следующие две прихватываются с поворотом в 45 градусах от них. Таким образом конструкция получается приваренной крест на крест. Затем, между каждой точкой добавляется еще одна.

Длина зависит от протяженности соединения деталей. Распространенными принято считать прихватки длиной 10-50 мм, либо вообще точечные на коротких соединениях.

Протяженность соединения меньше 10 мм применяется для закрепления деталей из тонкой стали, толщина которой не превышает 3 мм и в процессе сборки мелких деталей, а также для предварительного и временного закрепления конструкции. При сварке труб длина равняется 2-5 толщин металла.

Количество прихваток определяет шаг или по-другому промежуток, через который располагаются точки. Влияет на него толщина и жесткость деталей, а также габариты и конфигурация самого свариваемого изделия.

Для разных материалов существуют свои стандарты. Например, для деталей из листового металла 0,5-4 мм шаг делается 30-60 мм (сварка плавлением) либо 50-150 мм (точечная сварка).

Количество зависит от размеров изделия. Труба диаметром 100 – 400 мм должна иметь 3-4 прихватки длиной 30-40 мм, в то время как при диаметре меньше 50 мм достаточно одной или двух длиной около 10 мм.

13. Гибка металла: определение, применяемые инструменты.

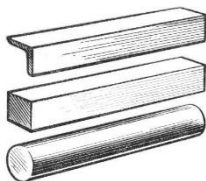
Гибка металла - это воздействие давлением на металл для придания требуемой формы.

В результате такого воздействия одна часть металлической заготовки перегибается относительно другой на требуемый угол. Для получения хороших результатов нужно правильно прикладывать давление к металлу. Очень важно, чтобы в процессе гибки металлическая заготовка не потеряла своей прочности. Для сохранения прочности к металлу нужно применять только пластичную деформацию, не переходящую в разрыв металла.

Для гибки под прямым углом удобно использовать тиски (чем толще металл, тем массивнее должны быть тиски, чтобы не поломать их). Заготовка зажимается в тиски между угольниками-нагубниками по линии разметки и ударами молотка загибается в сторону неподвижной губки.

Если требуется произвести гибку листового металла небольшой толщины (до 1 мм), то в условиях домашней мастерской наряду с тисками применяются дополнительные приспособления. В этом случае листовый материал так же желательно зажимать с обеих сторон. Для исключения вмятин при выполнении гибки относительно тонких листов

рекомендуется пользоваться не обычным металлическим молотком, а *киянкой*.



Если нужно гнуть большие листы, то пользуются несложными *оправами*, изображенными на рисунке.

Уголок прикрепляется на переднюю кромку верстака.

Металлический лист кладут на верстак таким образом, чтобы линия намеченного изгиба оказалась точно над кромкой верстака, там, где закреплена оправа. Далее прижимают лист сверху рукой и киянкой гнут лист металла, равномерно нанося удары последовательно вдоль линии изгиба.

Средняя оправа имеет квадратное сечение и также применяется для ряда приёмов, включающих гибку металла.

Последняя оправа круглого сечения предназначена для получения изгибов закруглённой формы. Она часто используется для изготовления труб из тонких листов железа.

Механизированная гибка металла - это процесс формовки металлических изделий с использованием специализированных механических устройств и оборудования. Она играет ключевую роль в производстве различных металлических конструкций, компонентов и деталей, позволяя создавать изделия с необходимыми формами, изгибами и размерами.

Основные методы механизированной гибки металла включают использование листогибочных прессов, вальцовых станков и специализированных оправок.

Гибка на листогибочном прессе - это процесс формовки металлических листов с помощью специализированного оборудования, известного как листогибочный пресс.

14. Правка металла: определение, применяемые инструменты, приёмы правки.

Правка - это операция по выпрямлению изогнутого или покоробленного металла, которой можно подвергать только пластичные материалы: алюминий, сталь, медь, латунь, титан. Правку осуществляют на специальных правильных плитах, которые

изготавливаются из чугуна или стали. Правку мелких деталей можно производить на кузнечных наковальнях. Правка металлов выполняется молотками различных типов в зависимости от состояния поверхности и материала детали, подвергаемой правке.

При правке заготовок с необработанной поверхностью используют молотки с круглыми бойками массой 400 г. Круглый боек оставляет на поверхности меньшие следы, чем квадратный.

При правке заготовок с обработанной поверхностью используют молотки, имеющие бойки с мягкими вставками (из меди, алюминия), которые не оставляют следов на поверхности. При правке листового материала используют деревянные молотки - киянки, очень тонкие листы правят деревянными или металлическими брусками - гладилками.

Правку осуществляют несколькими способами: *изгибом, вытягиванием и выглаживанием.*

Правку изгибом применяют при выправлении круглого (прутки) и профильного материала, которые имеют достаточно большое поперечное сечение. В этом случае пользуются молотками со стальными бойками. Заготовка располагается на правильной плите изгибом вверх и удары наносят по выпуклым местам, изгибая заготовку в сторону, противоположную имеющемуся изгибу. По мере выправления заготовки силу удара уменьшают.

Правку вытягиванием используют при выправлении листового материала, имеющего выпуклости или волнистость. Производят такую правку молотками с бойками из мягких металлов или киянками. В этом случае заготовку укладывают на правильную плиту выпуклостями вверх и наносят частые несильные удары, начиная от границы выпуклости, по направлению к краю заготовки. Сила ударов постепенно уменьшается. При этом металл вытягивается к краям заготовки и выпуклость за счет этого вытяжения выправляется.

Правку выглаживанием применяют в тех случаях, когда заготовка имеет очень малую толщину. Выглаживание осуществляют деревянными или металлическими брусками. Заготовку выглаживают на правильной плите, вытягивая материал при помощи гладилок от края неровности к краю заготовки, и за счет вытягивания материала добиваются выравнивания поверхности заготовки.

Термически обработанные (закаленные) заготовки правят (рихтуют) специальными рихтовочными молотками.

В зависимости от конструкции заготовки применяют различные способы правки.

Инструменты и приспособления, применяемые при правке

Правильные плиты изготавливают из серого чугуна с рабочими поверхностями 1,5x5,0; 2,0x2,0; 1,5x3,0; 2,0x4,0 м. На таких плитах правят профильные заготовки и заготовки из листового и полосового материала, а также прутки из черного и цветного металла.

Рихтовальные бабки (рис. 1) применяют, как правило, для правки и рихтовки заготовок из металлов высокой твердости или предварительно закаленных металлов. Рихтовальные бабки изготавливают из стальных заготовок диаметром 200...250 мм, их рабочая часть имеет сферическую или цилиндрическую форму.

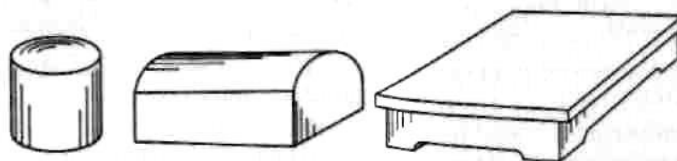


Рис. 1.

Рихтовальные бабки

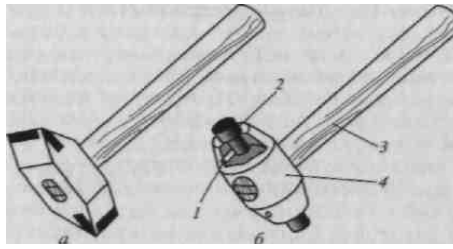


Рис. 2. Молотки с мягкими вставками: а - с призматической; б - с цилиндрической: 1 - штифт; 2 -боек; 3 - рукоятка; 4 - корпус

Молотки при правке применяют для приложения силового усилия в месте правки. В зависимости от физико-механических свойств обрабатываемой заготовки и ее толщины выбирают различные типы молотков. При правке заготовок из пруткового и полосового материала применяют молотки с квадратным и круглым бойком, изготовленные из стали У8А.

Для правки обработанных поверхностей применяются молотки с мягкими вставками из алюминия и его сплавов или из меди (рис. 2.). Боек 2 крепится в корпусе 4 при помощи штифта 1, молоток насаживают на рукоятку 3 с соблюдением тех же требований, что и при насаживании на рукоятку молотков со стальными бойками.

Кувалды представляют собой молотки большой массы (2,0... 5,0 кг) и используются для правки круглого и профильного проката большого поперечного сечения в тех случаях, когда сила удара, наносимого обычным слесарным молотком, недостаточна для выправления деформированной заготовки.

Киянки - это молотки, ударная часть которых выполнена из дерева твердых пород, ими правят листовый материал из металлов высокой пластичности. Характерная особенность правки киянками в том, что они практически не оставляют следов на выправляемой поверхности.

Гладилки металлические или деревянные (из твердых пород дерева: бук, дуб, самшит) предназначены для выправления (выглаживания) листового материала небольшой толщины (до 0,5 мм). Этот инструмент в процессе обработки, как правило, не оставляет следов в виде вмятин.

Механизация при правке

Для механизации работ при правке используют различные правильные машины.

Простейшим устройством для механизации правки является ручной пресс, с помощью которого осуществляют правку профильного проката и пруткового материала.

В большинстве случаев для правки листового и профильного проката используют специальные правильные машины, в которых основными рабочими органами являются правильные вальцы.

15. Разметка: техника разметки, приёмы разметки.

Разметка - это операция по нанесению на поверхность заготовки линий (рисок), определяющих контуры изготавливаемой детали, являющаяся частью некоторых технологических операций.

Плоскостную разметку применяют при обработке листового материала и профильного проката, а также деталей, на которые разметочные риски наносят в одной плоскости.

Разметочные линии наносят в такой последовательности: сначала проводят горизонтальные, затем - вертикальные, после этого - наклонные и последними - окружности, дуги и закругления. Вычерчивание дуг в последнюю очередь дает возможность проконтролировать точность расположения прямых рисок: если они нанесены точно, дуга замкнет их и сопряжения получатся плавными.

Прямые риски наносят *чертилкой*, которая должна быть наклонена в сторону от линейки и по направлению перемещения чертилки.

Риски ведут только один раз. При повторном проведении линий невозможно попасть точно в то же место, в результате получается несколько параллельных рисок. Если риска нанесена плохо, ее закрашивают, дают высохнуть и проводят вновь.

Перпендикулярные линии и параллельные риски (не в геометрических построениях) наносят при помощи *угольника*.

Отыскание центров окружностей осуществляют при помощи *центроискателей*.

Разметка углов и уклонов производится при помощи *транспортиров и угломеров*.

Для того чтобы разметочные риски были четко видны на размеченной поверхности, на них наносят точечные углубления - керны, которые наносятся специальным инструментом - *кернером*.

16. Резка металла под сварку

Резка металла — технологический процесс раскроя листов профильного проката или заготовок заданных размеров, форм и конфигураций. В зависимости от технических и химических характеристик исходного материала и получения деталей определённой формы применяют различные виды резки металла.

Резка металла является обязательным элементом подготовительных работ при сварке по чертежам. Обработка заготовок может выполняться посредством разнотипного оборудования:

- Ручного. Резаком, ножницами по металлу пользуются для вырезания заготовок простой формы из металлических листов или ленты.
- Электрического. В этом случае применяют пилу, углошлифовальную машинку, дрель или шуруповерт с фрезами.
- Термического. Используются кислородный или газовый резаки, дуговая сварка, плазматрон для выполнения прямых и криволинейных резов.

При термической резке металл расплавляется по заданным контурам. В промышленности обычно применяется полуавтоматическое или автоматическое оборудование.

Выполняя резку металла, необходимо помнить о припусках на зачистку и разделку кромок. Сварщиками чаще всего используется термическая резка как наиболее продуктивный и простой способ (из доступных).

17. Подготовка свариваемых кромок к сборке. Выполнение скоса кромок.

Процессом разделки кромок под сварку подразумевают изменение геометрии стыка, его увеличивают с одной или двух сторон. Разделку выполняют с целью упрочнения соединения толстых деталей, проварить встык на всю глубину невозможно. Появляется доступ к центральной части шва, увеличивается размер ванны расплава.

Торцевые поверхности зачищают, убирают:

- загрязнения, снижающие качество соединений;
- оксидную тугоплавкую пленку;
- следы ржавчины;
- пятна маслянистых жидкостей, они приводят к браку.

С металла снимают слой до 2 мм.

Зачистка бывает двух видов:

- механическая заключается в обработке стальными щетками, наждачной бумагой, напильниками, абразивным инструментом (работы производят вручную или используя специальный инструмент);

- химическая проводится для растворения загрязнений и оксидной пленки, применяют органические растворители, кислоты.

Второй этап подготовки металла – разделочные операции, обеспечивающие доступ ко всей области стыка.

Стоит рассмотреть различные виды оформления торцов, зависит от толщины заготовки, физических свойств металла, способа сварки.

V-образная



V-образный скос

Самая популярная разделка, практикуется для всех видов сварки, пластин толще 3–5 мм. Заключается в симметричном скосе краев у одной и другой заготовки. Используются все существующие виды обработки.

X-образная



X-образный скос

Такая разделка толстых пластин проводится при двухстороннем соединении. По сути – это два встречных V-образных соединения, металл проваривается на всю глубину. Образуется шов, способный работать под нагрузкой. Шов наплавляется слоями, валики образуются широкими. Рекомендованный угол скоса – 45 или 60° в зависимости от физических свойств заготовок. Для вязких нужен большой скос, текучие варят с наименьшим углом скоса.

X- и K-образные скосы делают на заготовках толщиной от 12 до 40 мм. При ручной сварке стальных заготовок плавящимися электродами скашивают кромки свыше 5 мм, при односторонней или симметричной разделке совокупный угол должен быть не менее 60°, но не более 80°. Наклон влияет на прочность шва.

U-образная



U-образный скос

Края разделяют с одной или двух сторон. Сделать углубление правильной формы новичкам бывает сложно, для этого требуется практика. Особенностью такой разделки заготовок толщиной от 20 до 60 мм считают экономию расходных материалов, быстрый провар. При U-образном оформлении скоса образуется ровный шовный валик, зона термического влияния меньше, чем при V-образной разделке.

K-образная



K-образный скос

Этот способ оформления краев толстостенных деталей схож с X-образной разделкой. K-образная предусматривает скос кромок только одной из заготовок, метод применяется при двухсторонней сварке. Нужно учитывать, что деталь со скошенными гранями прогревается сильнее.

Способы обработки кромок

Обработку кромок под сварку проводят разными способами:

- вручную, используют зубило, напильник или наждачку;

- с использованием механизации: а) вращающиеся вокруг оси заготовки обтачивают на карусельном, расточном или токарном станке; б) для остальных деталей используют фрезерование, шлифовальный инструмент, строгальные станки, дробеструйное и пескоструйное оборудование; в) криволинейные края под сварку делают на специальных фрезеровальных станках или универсальных центрах;
- термическими способами: а) газовым резаком (газовая завершается ручной доводкой); б) плазмотроном, (плазменная обрезка кромок самая точная).

18. Процесс сборки сварных соединений. Операции при сборке.

Сварке всегда предшествует сборка конструкции, т.е. установление и фиксация деталей в предусмотренном проектом положении. Сборка под сварку является одной из трудоемких и механизированных операций. Она должна обеспечивать возможность качественной сварки конструкции. Для этого необходимо выдержать заданный зазор между соединяемыми деталями, установить детали в проектное положение и закрепить между собой так, чтобы взаиморасположение деталей не нарушилось в процессе сварки и кантовки, а если необходимо, - и транспортировки. Должен быть обеспечен свободный доступ к месту сварки.

Трудоемкость сборки деталей под сварку составляет около 30% от общей трудоемкости изготовления изделия. Для уменьшения времени сборки, а также для повышения ее точности применяют различные приспособления.

Сборка под сварку может выполняться следующими способами:

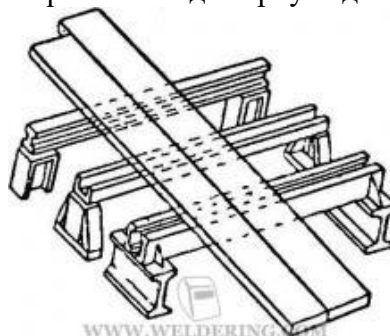
- полная сборка изделия из всех входящих в него деталей с последующей сваркой всех швов;
- поочередное присоединение деталей к уже сваренной части изделия - при невозможности применения первого способа;
- предварительная сборка узлов, из которых состоит изделие, с последующей сборкой и сваркой изделия из собранных узлов; этот способ наиболее рационален, он применяется при изготовлении крупных и сложных конструкций (суда, вагоны, мосты и пр.).

В общем виде сборка представляет собой совокупность операций по установлению деталей в положение, предусмотренное чертежом, для проведения последующей сварки.

Для скрепления деталей перед сваркой и в процессе нее применяют специальные планки – гребенки, удаляемые по мере формирования шва. Для закрепления деталей широко применяют струбцины, клинья, стяжные уголки и другие механические приспособления. В некоторых случаях при массовом характере производства используют специальные кондукторы, в которых осуществляется сборка и сварка.

19. Сборочные стенды: определение, назначение, основные узлы.

Стенды, стеллажи и плиты— простейшие устройства для укладки и фиксации в удобном для сварки положении собранных под сварку изделий.



Стеллаж для сборки и сварки

Сборочные стенды представляют собой конструкции с базовой поверхностью, на которой производится сборка и сварка изделий. При ручной сварке часто применяют

универсальные сборочно-сварочные плиты с пазами для различных крепежных устройств или стеллажи.

Стенды и приспособления, в которых совмещены операции сборки и сварки, бывают стационарными, передвижными и накладными.

Различные балки собирают и сваривают на козлах такого стеллажа, установленных на небольшом расстоянии друг от друга по всей длине, или на универсальном стенде, состоящем из ряда неподвижных стоек 2, к которым крепятся, в зависимости от конфигурации балки, сменные опоры 1.

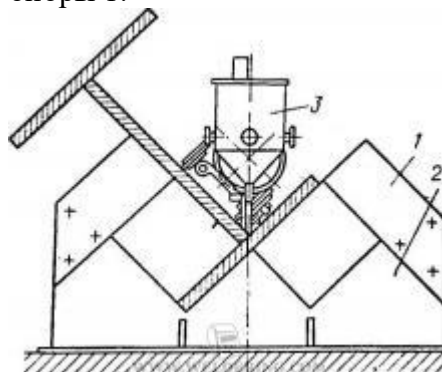


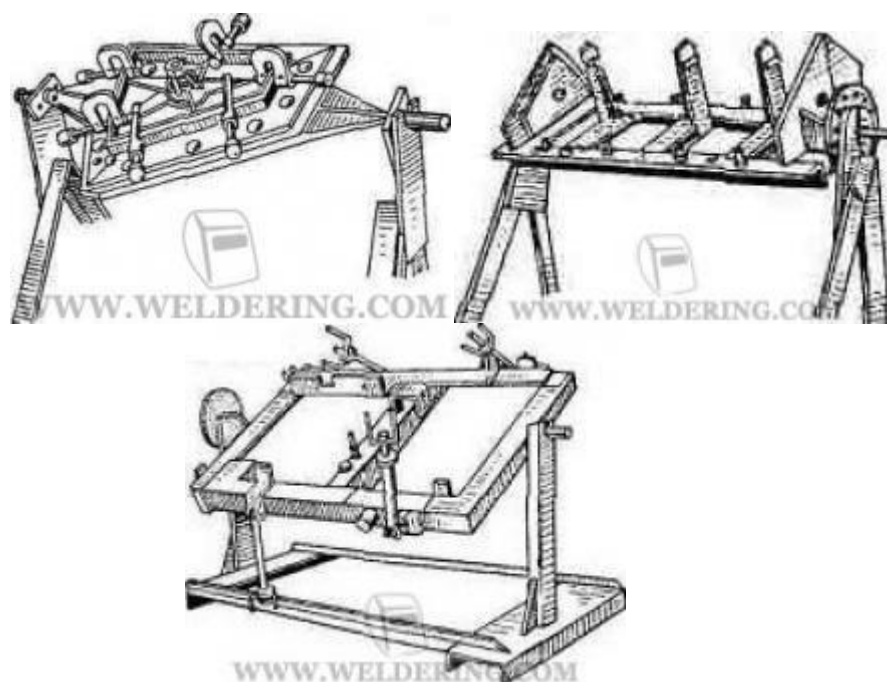
Схема универсального стенда для сварки балок: 1 - опора; 2 - стойка; 3 - сварочный трактор.

Перечисленные стенды относятся к беззажимным приспособлениям. К ним относятся столы для сварки сравнительно мелких деталей и плиты. Стенд или стол подключаются, как правило, к источнику питания дуги и обеспечивают подвод тока к свариваемому изделию.

Если изделие подается на сварочную установку в собранном виде, то эта установка должна иметь устройства для укладки и фиксации изделий в удобном для сварки положении. В таких случаях могут быть применены универсальные или специализированные стенды.

Универсальное приспособление для сварки рамных конструкций содержит ряд плит с пазами, в которые в зависимости от конфигурации свариваемого изделия крепятся различные упоры, фиксаторы и зажимы. Такие стенды снабжают набором универсально-наладочных приспособлений, которые могут фиксироваться в различных сочетаниях в пазах базовых плит. Для сборки и сварки аналогичных конструкций могут также применяться специализированные стенды для определенных изделий. Они снабжены плитой, на которой укреплен ряд постоянных фиксаторов, определяющих взаимное положение собираемых под сварку деталей. Примером универсальных стендов для сборки и сварки плоских листовых конструкций могут служить электромагнитные стенды. На электромагнитных стендах может производиться сборка и сварка листов толщиной до 15 мм. Недостаток подобного рода приспособлений - отрицательное влияние магнитного поля на сварочную дугу в процессе сварки.

Кондуктор— сборочно-сварочное приспособление, снабженное упорами, гнездами, крепежными приспособлениями, дающее возможность вести сборку и сварку изделий в наиболее удобном положении. Механизированная сварка чаще всего выполняется в сборочно-сварочных или сварочных кондукторах. В этих приспособлениях элементы кондуктора не мешают движению сварочного автомата; сам кондуктор может наклоняться, придавая шву положение удобное для автоматической сварки.



Примеры сборочно-сварочных кондукторов

Фиксаторы- элементы, определяющие положение свариваемых деталей относительно всего приспособления (стенда, стеллажа, кондуктора и т.п.). К фиксаторам относятся: упоры (постоянные, съемные, откидные), установочные пальцы и штыри (постоянные, съемные), призмы (жесткие и регулируемые) и шаблоны.

Съемные упоры применяются в настраиваемых по типу деталей приспособлениях или при сварке деталей, съем которых невозможен из-за упоров. В последнем случае предпочтение заслуживают откидные быстродействующие упоры. Как правило, упоры служат и опорными базами, а в некоторых случаях могут служить одновременно шаблонами для приварки сопряженных деталей. Они могут быть силовыми (ограничивающими) и направляющими (ненагруженными).

Фиксаторы в виде пальцев или штырей обеспечивают точную установку деталей и применяются в деталях с обработанными поверхностями. Призмы, регулируемые и нерегулируемые, применяют для сварки труб, профилей и т.п.

Шаблоны предназначены для; фиксирования устанавливаемых при сборке деталей по сопрягаемым деталям узла или по каким-либо опорным контурам изделий. В этом случае само изделие является несущим элементом приспособления.

Прижимы- элементы приспособлений, обеспечивающие прижим деталей друг к другу, к фиксаторам или несущим поверхностям приспособлений. Прижимы бывают механические пневматические, гидравлические и магнитные.

Механические прижимы конструктивно просты и поэтому наиболее распространены.

Наряду с механическими прижимами применяют также пневматические, гидравлические и магнитные прижимы.

20. Закрепляющие и установочные приспособления

Закрепляющие приспособления

Сварочные приспособления, которые применяются для фиксации детали в нужном положении уже после того, как она была выставлена. Крепеж нужен для того, чтобы исключить случайный сдвиг элемента (например, от соприкосновения с электродом) или же его деформацию в результате охлаждения. Закрепляющие устройства представлены большим ассортиментом. Сюда относятся струбины, стяжки, зажимы, распорки и прижимы.

Струбцина представляет собой универсальный инструмент, который пригодится в большинстве случаев работы с металлом. Для сварщика это оснастка №1, без которой работать катастрофически неудобно и малопродуктивно. Особенно, если речь идет о сочленении заготовок небольшого размера. Существует различные варианты исполнения струбцин для сварочных работ, которые отличаются по форме и размеру. Они могут иметь постоянный или регулируемый зев. Особой популярностью пользуются быстросжимаемые варианты, которые сжимаются посредством кулачкового механизма. Каждый сварщик должен иметь набор струбцин разной конфигурации, поскольку в его работе этот инструмент является незаменимым.

Зажимы по сравнению со струбцинами характеризуются большей приспособленностью и удобством использования. Детали фиксируются простым движением – сжатием и разжатием ручек зажимов. Размеры зева в большей части моделей регулируются при помощи винта, размещенного в ручке; перестановкой поворотного штифта или иным способом.

Прижимы бывают нескольких видов. Делятся они по принципу действия: рычажные, клиновые, винтовые, пружинные, эксцентриковые. Наибольшее распространение получили винтовые прижимы. Их можно изготовить самостоятельно. Это довольно примитивный самодельный механизм, представляющий собой две пластины с отверстиями, через которые продет винт. Соединяемые детали удерживаются пластинами, которые в свою очередь зажимаются винтом.

Клиновые зажимы использовать не всегда удобно. Там зажимаются детали при помощи клиньев, подкладок и скоб. Забиваются они молотком, на что требуется время.

Пружинная скоба работает за счет деформации сжатия. Для ее изготовления используется особый вид проволоки или листовой стали, обладающий пружинными свойствами.

В *эксцентриковых прижимах* основным элементом является смещенный кулачок. Проворачиваясь, он смещается относительно своей оси вращения, что можно использовать в том числе и для сжатия. Такой механизм удобен тем, что дает возможность зафиксировать заготовки одним движением. Но есть и весомый изъян. Дело в том, что ход кулачка небольшой. Поэтому востребованы они намного меньше, нежели винтовые аналоги.

Стяжки идеально подходят в случае необходимости сближения кромок свариваемых заготовок, особенно, габаритных. Они имеют разный способ крепления к заготовкам и отличаются по длине. Стяжки нужного размера подбираются в зависимости от удаленности деталей и их сопротивляемости перемещению.

Распорки предназначены для выравнивания кромок заготовок, исправления деформации иного рода и придания плоскостям нужной конфигурации.

Многие перечисленные здесь приспособления можно изготовить самостоятельно. Изначально оснастке придается форма, которая наиболее часто востребована для соединения заготовок.

Установочные приспособления

Оснастка данной категории предназначена для начальной установки элемента в нужном пространственном положении. Важно добиться именно того расположения, которое свойственно для готового изделия. Приспособления установочной группы отличаются по своему функционалу и конструктивному решению. Они делятся на подкасты: угольники, шаблоны, призмы и упоры.

Угольники необходимы для того, что установить элемент под нужным углом по отношению к сопряженной поверхности. Шаблонные угольники дают возможность установки детали под одним определенным углом – 30, 45, 60, 90 градусов или другим. Куда практичнее использовать универсальные аналоги, имеющие поворотные лучи. Они позволяют выбрать любой нужный угол для установки детали.

Шаблоны востребованы в том случае, когда нужно установить деталь будущей конструкции в стандартном положении по отношению к ранее сваренным деталям.

Призмы используются для фиксации цилиндрических элементов в predetermined пространственном положении. Вместо призмы можно применять самую простую конструкцию, сделанную из двух сваренных между собою уголков.

Упоры требуются для фиксации элементов базы. Они бывают откидными, постоянными или съемными. Постоянным упором может быть любая распорка, платина или брусок из дерева или металла. Они привинчиваются или привариваются с целью правильного расположения одной из деталей конструкции и не убираются. Откидные или съемные упоры используются в случаях, когда их постоянное присутствие в конструкции недопустимо или обременительно.

21. Контроль течеисканием, классификация

Основным эксплуатационным требованием к конструкциям замкнутого типа (сосудам, трубопроводам) является герметичность (непроницаемость) их стенок и сварных соединений.

Герметичность— это способность конструкции ограничивать проникновение жидкости или газа сквозь ее элементы и через их соединения. Степень герметичности измеряется утечкой жидкости или газа в единицу времени.

Испытание конструкций на герметичность, или контроль течеисканием, выполняют с использованием пробных веществ (жидкостей или газов), которые легко проходят через сквозные дефекты и хорошо различаются визуально или с помощью приборов — течеискателей и других средств регистрации.

Контроль течеисканием позволяет обнаруживать в сварных соединениях и основном металле сварных узлов и конструкций следующие виды сквозных дефектов: трещины, непровары, поры, свищи, прожоги и др. Размеры сквозных дефектов ввиду невозможности измерения их линейных размеров условно оцениваются потоком пробного вещества, протекающего через дефект в единицу времени.

Согласно ГОСТ 18353 — 79 различают *капиллярные, компрессионные и вакуумный методы контроля течеисканием*. Все эти методы в зависимости от вида и способа индикации, используемого пробного вещества, применяемой аппаратуры и технологических особенностей имеют свои разновидности.

Выбор метода течеискания определяется степенью необходимой герметичности испытуемых объектов, направлением и значением нагрузки на оболочку и допустимыми к применению пробными веществами.

Желательно, чтобы направление и значение нагрузки при испытаниях герметичности совпадали с аналогичными характеристиками рабочей нагрузки объектов контроля.

22. Дефекты подготовки металла и сборки

Детали, изготавливаемые и собираемые под сварку, должны соответствовать чертежу. Неправильная подготовка и сборка деталей приводят к непроварам, нарушению формы и размеров изделий, дефектам формирования и т. д.

При подготовке под сварку могут образоваться следующие дефекты: несоответствие и непостоянство угла скоса кромок и величины притупления установленным требованиям, рванины, грубые неровности и загрязнение мест, подлежащих сварке.

Дефектами сборки являются: несоответствие и непостоянство величины зазора между кромками, превышения кромок, жесткое закрепление элементов.

Элементы, жестко закрепленные, не могут перемещаться при усадке металла шва, вследствие чего в сварных соединениях возникают собственные напряжения, вызывающие появление трещин.

Дефекты сборки могут появиться в результате несовершенства или плохого состояния сборочных или сборочно-сварочных приспособлений. При контроле качества сборки замеры должны быть выполнены металлическим инструментом (рулеткой, линейкой, угольником, щупом и т. п.) и шаблонами.

23. Методы контроля сварных соединений

Тот факт, что влияние дефектов на качество сварной металлоконструкции максимизирует риски разрушения изделий доказывать не нужно. Чтобы в процессе сваривания получать действительно надежные, прочные и выносливые конструкции, после завершения работ *должен проводиться контроль качества сварных соединений.*

Осуществляется контроль сварочных швов поэтапно:

- предварительный. Включает проверку марки металла, качества заготовок, кислорода, присадочной проволоки и других расходных материалов;
- контроль в ходе сварочных работ. Подразумевает постоянные проверки режима сварки, исправности оборудования, осмотр швов и измерение их специальными шаблонами. При выявлении отклонений от установленных стандартов сразу же можно провести удаление дефектов сварных соединений;
- контроль готовой конструкции. Внешние дефекты можно увидеть при обычном осмотре. При необходимости стыки проверяются на плотность, а также подвергаются другим испытаниям.

Все методы контроля сварных соединений разделяются на две группы—разрушающие и неразрушающие. Как правило для выявления дефектов применяются неразрушающие методы, к которым принадлежат:

- внешний осмотр;
- ультразвуковая дефектоскопия;
- магнитный контроль;
- цветная дефектоскопия;
- радиационная дефектоскопия;
- капиллярная дефектоскопия;
- контроль стыков на проницаемость и другие методы обнаружения дефектов сварных соединений.

Методы разрушающего контроля подразумевают испытания отобранных образцов и применяются в основном при необходимости получить параметры сварного шва и зоны термического влияния. Контроль осуществляется химическим анализом, механическими и металлографическими испытаниями.

24. Внутренние дефекты сварных швов

Образование *внутренних дефектов* при сварке связано с металлургическими, термическими и гидродинамическими явлениями, происходящими при формировании сварного шва.

К внутренним дефектам относятся трещины (горячие и холодные), непровары, поры, шлаковые вольфрамовые и окисные включения. Эти шесть основных видов дефектов следует различать в соответствии с ГОСТ 23055—78. Они также совпадают с основными группами дефектов согласно рекомендациям СЭВ по стандартизации РС 2192—82.

Трещины — дефекты сварных швов, представляющие собой макроскопические и микроскопические межкристаллические разрушения, образующие полости с очень малым начальным раскрытием. Под действием остаточных и рабочих напряжений трещины могут распространяться с высокими скоростями. Поэтому вызванные ими хрупкие разрушения происходят почти мгновенно и очень опасны.

В зависимости от температуры, при которой происходит их возникновение, различают горячие и холодные трещины.

Горячие трещины представляют собой разрушения кристаллизующегося металла, происходящие по жидким прослойкам под действием растягивающих напряжений. Эти напряжения появляются вследствие несвободной усадки металла шва и примыкающих к нему неравномерно нагретых участков основного металла.

Образование горячих трещин связано с совокупным действием двух факторов. По мере кристаллизации сокращается количество жидкой фазы, что приводит к уменьшению деформационной способности сплава. Кроме того, в температурном интервале хрупкости (ТИХ) пластические свойства сплава наиболее низки. Кристаллизационные трещины образуются, если пластическая деформация за время пребывания металла в ТИХ превзойдет пластичность сплава в этом интервале температур.

Характерным для горячих трещин является межкристаллитный вид разрушения, развивающегося по границам зерен при наличии между ними жидкой прослойки или за счет межзеренного проскальзывания, происходящего при повышенных температурах после окончания процесса кристаллизации.

Горячие трещины могут возникать как в основном металле, так и в металле зоны термического влияния. Они могут быть продольными, поперечными, продольными с поперечными ответвлениями, могут выходить на поверхность или оставаться скрытыми. Вероятность образования горячих трещин зависит от химического состава металла шва, скорости нарастания и величины растягивающих напряжений, формы сварочной ванны и шва, размера первичных кристаллитов. Она увеличивается с повышением содержания в металле шва углерода, кремния, никеля, вредных примесей серы и фосфора. Повышению стойкости сварных швов, образованию горячих трещин способствуют марганец, хром и отчасти кислород, а также снижение величины и скорости нарастания растягивающих напряжений, что достигается уменьшением жесткости узлов, применением способа сварки с оптимальным термическим циклом, например, сварки с ППМ (крупка), использованием специальных технологических приемов, таких как предварительный подогрев и т.п. Влияние коэффициента формы шва на вероятность образования горячих трещин не однозначно. При значениях коэффициента формы шва менее 1,8 и более 10 сопротивляемость возникновению горячих трещин понижается даже при относительно невысоком содержании углерода.

Холодные трещины образуются чаще всего в зоне термического влияния, реже в металле шва сварных соединений среднелегированных и высоколегированных сталей перлитного и мартенситного классов. Появление холодных трещин объясняют действием комплекса причин. Одна из них — влияние высоких внутренних напряжений, возникающих в связи с объемным эффектом, сопутствующим мартенситному превращению, происходящему в условиях снижения пластичности металла. Поэтому холодные трещины наблюдаются как при температурах распада остаточного аустенита (120 °С и ниже), так и при комнатной температуре через несколько минут, часов, а иногда и через более длительное время после окончания сварки. Высокие внутренние напряжения могут также развиваться вследствие адсорбции растворенного в металле водорода на поверхностях внутренних дефектов и накопления его в микронесплошностях. Возникновение холодных трещин связывают также с замедленным разрушением металла под действием напряжений, которые согласно схеме Зинера накапливаются по границам зерен, перпендикулярным направлению действия нормальных напряжений.

Непровары— это участки сварного соединения, где отсутствует сплавление между свариваемыми деталями, например, в корне шва, между основным и наплавленным металлом (по кромке) или между смежными слоями наплавленного металла.

Поверхности непроваров обычно покрыты тонкими окисными пленками и другими загрязнениями. Очень часто полости, образованные непроварами, заполняются шлаком. Окончания непроваров в металле шва

или на границе сплавления, как правило, имеют очень малое раскрытие. Непровары уменьшают рабочее сечение сварного шва, что может привести к снижению

работоспособности сварного соединения. Являясь концентраторами напряжений, непровары могут вызвать появление трещин, уменьшить коррозионную стойкость сварного соединения, привести к коррозионному растрескиванию.

Непровары могут быть вызваны многими причинами: малым углом раскрытия кромок, малым зазором, большим притуплением при недостаточной силе тока; большой скоростью сварки; смещением электрода от оси шва, особенно при сварке двухсторонних швов; плохой очисткой шлака перед наложением последующих слоев; излишним количеством ППМ при недостаточной силе тока при большой скорости сварки; низкой квалификацией сварщика.

Непровар является очень опасным дефектом сварки.

Поры — это полости в металле шва, заполненные газами. Обычно они имеют сферическую или близкую к ней форму. В сварных швах углеродистых сталей норм зачастую имеют трубчатую форму. Первоначально, возникнув в жидком металле шва за счет интенсивного газообразования, по все пузырьки газа успевают подняться на поверхность и выйти в атмосферу. Часть из них остается в металле шва. Размеры таких пор колеблются от микроскопических, до 2...3 мм в диаметре, и за счет диффузии газов (в первую очередь, водорода) могут расти. Образуются раковины (полости неправильной формы и больших, чем поры размеров), а также свищи, выходящие на поверхность. Кроме одиночных пор, вызванных действием случайных факторов, в сварных швах могут появляться поры, равномерно распределенные по всему сечению шва, расположенные в виде цепочек или отдельных скопления.

К основным причинам, вызывающим появление пор, относятся: плохая очистка свариваемых кромок от ржавчины масел и различных загрязнений; повышенное содержание углерода в основном или присадочном металле большая скорость сварки, при которой не успевает пройти газы выделенные и поры остаются в металле шва: большая влажность электродных покрытий, флюса, сварка при плохой погоде.

Шлаковые включения — это полости в металле сварного шва, заполненные шлаками, не успевающими всплыть на поверхность шва. Шлаковые включения образуются при больших скоростях сварки, при сильном загрязнении кромок и при многослойной сварке в случаях плохой очистки от шлака поверхности швов между слоями. Размеры шлаковых включений могут достигать нескольких миллиметров в поперечном сечении и десятков и более миллиметров по протяженности. Форма шлаковых включений может быть самой разнообразной, вследствие чего они являются более опасными дефектами, чем округлые поры.

Вольфрамовые включения могут появляться в металле сварного шва при аргонодуговой сварке неплавящимся электродом, например, алюминиевых сплавов, в которых вольфрам не растворим. Частицы вольфрама, попадающие вследствие нестабильности режима в расплавленную сварочную ванну, обычно погружаются в нее из-за большой плотности. На рентгеновских снимках вольфрамовые включения выглядят как ясно видимые светлые пятна неправильной формы, располагающиеся изолированно или группами.

Окисные включения — могут возникать в металле сварных швов при наличии труднорастворимых окислов, например Al_2O_3 при больших скоростях кристаллизации шва. Располагаясь в виде пленок, они образуют в металле шва несплошности с малым раскрытием и их неблагоприятное воздействие на механические свойства сварных швов может быть более сильным, чем пор и шлаковых включений

25. Наружные дефекты сварных швов.

К наружным дефектам относятся: нарушение формы шва; подрез; наплав; прожог; кратер; свищ.

Нарушение формы шва – отклонение формы наружных поверхностей сварного шва или геометрии соединения от установленного значения. Такой дефект может быть

выражен в виде: неравномерной ширины шва по его длине; неравномерной выпуклости поперечного сечения шва; вогнутости обратной стороны шва; усадочной канавки в виде подреза со стороны корня шва; неравномерном катете углового шва; не полностью заполненной разделки кромок, превышения проплава; линейных или угловых смещений между свариваемыми элементами.

Подрезы - дефекты сварного соединения, представляющие собой местные уменьшения толщины основного металла в виде канавок, располагающихся вдоль границ сварного шва. Подрезы относятся к наиболее часто встречающимся наружным дефектам, образующимся чаще всего при сварке угловых швов с излишне высоким напряжением дуги и в случае неточного ведения электрода. Одна из кромок проплавляется более глубоко, металл стекает на горизонтально расположенную деталь и его не хватает для заполнения вертикальной стенки сварного соединения.

В стыковых швах подрезы образуются реже. Обычно при повышенном напряжении дуги и большой скорости сварки образуются двусторонние подрезы. Такие же подрезы образуются в случае увеличения угла разделки при автоматической сварке (не полностью заполненная разделка кромок). Односторонний подрез на наружной поверхности валика может быть образован при смещении электрода от оси стыка, а также из-за неправильного ведения электрода при сварке горизонтальных швов на вертикальной плоскости.

Наплав – избыток наплавленного металла сварного шва, натекший на поверхность основного металла, но не сплавленный с ним. Наплав может образовываться из-за недостаточного напряжения дуги, наличия на свариваемых кромках слоя окалины или окислов, а также из-за чрезмерно большого количества присадочного металла не успевающего переплавиться главным образом с поверхностным слоем основного металла. В кольцевых поворотных стыковых швах вызывается неправильным расположением электрода относительно зенита, обычно смещением электрода в сторону, противоположную вращения изделия.

Прожоги – вытекание металла сварочной ванны, в результате которого образуется сквозное отверстие в сварном шве. Причиной возникновения прожога может служить большая сила сварочного тока, увеличение зазора между кромками, недостаточная толщина подкладного элемента или его неплотное прилегание. При сварке поворотных кольцевых швов появлению прожогов способствует смещение электрода от зенита в сторону вращения изделия, что вызывает стекание жидкого металла из-под конца электрода и более активное прожигающее воздействие дуги.

Кратер – усадочная раковина, не заваренная до или во время выполнения последующих проходов. Такого рода дефект представляет собой участок сварного шва в виде углубления, остающегося в месте обрыва дуги или в местах начала и окончания сварки. Усадочные рыхлоты в кратерах служат очагом образования трещин. В случае механизированных видов сварки применяют выводные планки.

Свищ – трубчатая полость в металле сварного шва, вызванная выделением газа. Форма и положение свища определяются режимом затвердевания и источником газа. Обычно свищи группируются в скопления и распределяются елочкой или цепочкой .

26. Контроль внешним осмотром

При этом контроле качество продукции определяют невооруженным глазом (разрешается пользоваться лупой) с использованием измерительного инструмента (шаблонов, щупов и измерителей).

Контролю подвергаются все *исходные материалы и оборудование*, заготовки, собранные под сварку узлы и изделия и сами готовые сварные изделия независимо от их назначения (рис.1).

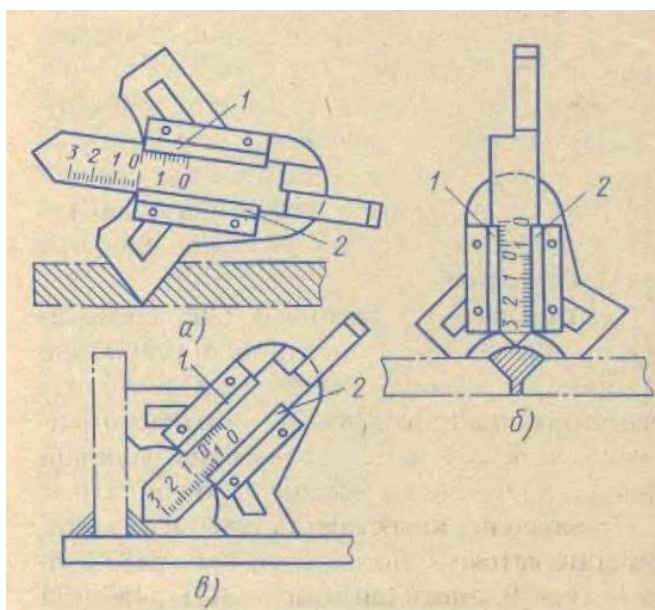


Рис. 1. Универсальный измеритель швов:

а - проверка угла скоса кромок, б - проверка величины превышения усиления шва, в — проверка высоты углового шва; 1 - шкала выпуклости стыкового шва. 2 — шкала высоты углового шва.

Контролем выявляются при термической резке грат, подплавления, бороздки и выхваты, неперпендикулярность, изгиб, расслоения металла; при сборке — зазоры, смещения собранных кромок и др. Нормы допускаемых отклонений в технологических процессах резки, сборки и сварки зависят от технических условий на изготовление изделия.

Важными объектами контроля внешним осмотром являются: контроль качества *сварочных материалов*, работы резательного, сборочного и сварочного оборудования, качества заготовок, сборки деталей под сварку, выполнения сварных швов в процессе сварки и контроль качества готовых сварных соединений и изделий.

Контроль внешним осмотром и измерениями осуществляется по всей протяженности сварных швов с двух сторон, за исключением мест, недоступных для осмотра. Швы проверяются шаблонами. Этим контролем можно в какой-то степени установить и причину появления дефектов.

27. Контроль непроницаемости швов

Контроль швов на непроницаемость применяется в сварных изделиях, предназначенных для хранения жидкостей, газов или работающих в условиях вакуума.

Испытание на плотность производится после предварительного контроля сварных швов наружным осмотром. Эти испытания выполняются с помощью керосина, а также воздуха или воды под давлением.

Способы испытания зависят от назначения конструкции и технических условий на изготовление. Испытания на плотность обычно производятся не менее двух раз: предварительное для выявления пороков и повторное после их исправления.

Испытание керосином.

Для испытания открытых сосудов и различных стационарных резервуаров часто используется керосин. Швы сосудов для лучшего выявления пороков покрываются мелом, разведенным на клею. Швы с обратной стороны обильно смазывают керосином и выдерживают от 10 мин. до 3 час, в зависимости от толщины материала и назначения конструкции. При многократном смазывании керосином время выдержки значительно сокращается. Время испытания указывается в технических условиях. Если в течение установленного времени на поверхности шва, покрытого меловой краской, не появились

жирные темные пятна керосина, то данный сварной шов считается выдержавшим испытание.

Испытание воздухом.

Испытание сжатым воздухом применяется только для закрытых сосудов. Для испытания в сосуд с предварительно заглушенными отверстиями подается сжатый воздух под давлением 1,0—2,0 атм. Снаружи все швы смачиваются мыльной водой, и сжатый воздух, выходя через неплотности, образует мыльные пузыри, по которым определяют пороки в швах и исправляют их.

Необходимо отметить, что испытание воздухом при неправильной подготовке изделий или подаче воздуха без чувствительного манометра и предохранительного клапана представляет значительную опасность. Крышки и заглушки перед испытанием должны быть надежно закреплены.

Применять сжатый воздух давлением свыше 2 атм не рекомендуется вследствие опасности разрушения конструкций.

Гидравлическое испытание.

При гидравлическом испытании проверяется прочность и плотность различных сосудов, котлов и трубопроводов, работающих под давлением. При этом испытании сосуд с плотно закрытыми отверстиями наполняется водой. Воздух из него выходит через верхнее отверстие, которое после заполнения также заглушается. Затем давление доводится до необходимой величины, и сосуд подвергается тщательному осмотру. Швы, имеющие пороки, дают течь и потение, а слабые места даже разрушаются. После выдержки и осмотра давление в сосуде доводится до рабочего, и металл сосуда на расстоянии 15—20 мм от швов подвергается обстукиванию легкими ударами молотка (весом 0,4—1,5 кг) с круглым бойком для предупреждения образования вмятин. Величина давления при испытании устанавливается соответствующими инструкциями по контролю и правилами освидетельствования. Обычно испытательное давление на 25—100% больше рабочего. Рабочее место, где производится испытание, должно быть оборудовано в соответствии с правилами по технике безопасности.

28. Капиллярные методы контроля швов

Контроль сварных швов является основным способом определить их качества.

Существует несколько технологических контрольных методов, которые сегодня применяются при проверке сварочных швов, основной из них – капиллярный контроль. Он является неразрушающим и включает в себя несколько вариантов проведения данного процесса с использованием разных расходных материалов. С его помощью определяются наружные поверхностные и внутренние дефекты или их отсутствие, а также изменения в зоне нагрева двух соединяемых заготовок.

Капиллярным контролем сварных соединений можно выявить практически все дефекты шва: поры, трещины, раковины, прожоги и непровары. Можно определить, как расположен дефект в плане его ориентации к поверхности сварного шва, можно определить размеры изъянов. Капиллярный метод контроля используется при сварке любых металлов (черных и цветных), пластмасс, стекла, керамики и так далее. То есть, это контроль имеет обширную область применения при определении дефектов в сварочных швах.

Суть всего контрольного процесса заключается в том, что, используя специальные жидкости (индикаторы), которые имеют свойство глубоко проникать в любые материалы, если в них есть пустоты, просачиваться сквозь него и появляться на противоположной стороне от места их нанесения. То есть, проникая в тело металла, индикаторные жидкости оставляют следы, по которым и определяются дефекты. Такие следы можно обнаружить визуально, а можно использовать для их определения специальные приборы преобразователи. Все современные методы контроля сварных швов капиллярным способом регламентируются ГОСТами.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОПЕРАЦИЙ ПРИ КАПИЛЛЯРНОМ КОНТРОЛЕ



29. Магнитопорошковый метод контроля сварных швов

Магнитопорошковый метод контроля заключается в том, что на поверхность намагниченного сварного соединения наносят ферромагнитный порошок в виде суспензии, содержащей также керосин, масло и мыльный раствор («мокрый» метод), или в виде аэрозоля («сухой» метод). Под действием вытягивающей силы магнитных полей рассеяния частицы порошка перемещаются по поверхности соединения и скапливаются в виде валиков над дефектами. Форма этих скоплений соответствует очертаниям выявляемых дефектов.

Методика контроля. Магнитопорошковый метод контроля включает в себя следующие операции (ГОСТ 21105 — 85):

1. подготовка поверхностей к контролю;
2. подготовка суспензии, заключающаяся в интенсивном перемешивании магнитного порошка с транспортирующей жидкостью;
3. намагничивание контролируемого сварного соединения;
4. нанесение порошка на поверхность контролируемого соединения;
5. осмотр поверхности контролируемого соединения и выявление участков, покрытых порошком;
6. размагничивание соединения.

Данный метод характеризуется высокой чувствительностью к тонким и мелким трещинам, простотой выполнения, оперативностью и наглядностью результатов. Его широко используют для контроля продольных сварных швов конструкций, выполненных из магнитных материалов, и, в частности, для выявления трещин и узких (стянутых) непроваров в стыковых швах трубопроводов, полученных дуговыми способами. Для повышения чувствительности контроля часть сварного шва, выступающего над лицевой поверхностью соединения, перед испытанием целесообразно удалить.

Чувствительность метода. Чувствительность данного метода зависит от ряда факторов: размера частиц ферромагнитного порошка и способа его нанесения («сухой» или «мокрый»), напряженности приложенного намагничивающего поля, рода тока (переменный или постоянный), формы, размеров и глубины залегания дефектов, их ориентации относительно поверхности сварного соединения и направления намагничивания, состояния и формы поверхности, а также от способа намагничивания.

Ферромагнитный порошок должен иметь частицы размером 5 ... 10 мкм. Для выявления глубоких дефектов применяют более крупный магнитный порошок. Для приготовления магнитных суспензий используют магнитный порошок с мелкими частицами. Кроме того, для достижения максимальной подвижности частицы магнитного порошка должны иметь правильную форму.

30. Магнитографический контроль

Суть магнитографического метода контроля заключается в намагничивании проверяемого участка сварного шва и околошовной зоны с одновременной записью магнитного поля на магнитную пленку (рис. 1) и последующем считывании полученной информации с помощью специальных устройств дефектоскопов.

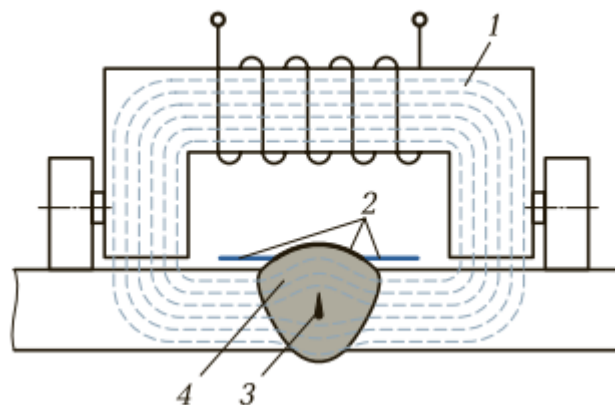


Рис. 1 Схема магнитографического контроля: 1 — намагничивающее устройство; 2 — магнитная пленка; 3 — дефект; 4 — сварной шов

Методика контроля.

Магнитографический контроль включает в себя следующие операции (ГОСТ 25225 — 82):

- осмотр и подготовка поверхности контролируемого сварного соединения. При этом с поверхности швов должны быть удалены остатки шлака, брызги расплавленного металла, загрязнения и т. д.;

- наложение на шов отрезка предварительно размагниченной магнитной пленки. Прижим пленки к шву сварного соединения производится специальной эластичной «подушкой». При контроле кольцевых швов труб, сосудов и других сварных конструкций магнитную пленку прижимают к поверхности шва (по всему периметру) эластичным резиновым поясом;

- намагничивание контролируемого соединения при оптимальных режимах в соответствии с типом намагничивающего устройства, толщиной сварного шва и его магнитными свойствами;

- расшифровка результатов контроля (установка магнитной пленки в считывающее устройство дефектоскопа и выявление по сигналам на его экране дефектов).

Магнитографический метод применяется в основном для контроля стыковых швов, выполненных сваркой плавлением (главным образом, швов магистральных трубопроводов). С помощью этого метода можно контролировать сварные узлы и конструкции толщиной до 25 мм.

Чувствительность метода.

Относительная чувствительность W магнитографического метода контроля определяется как отношение минимального вертикального размера (глубины) ΔS обнаруживаемого дефекта к толщине S основного металла контролируемого соединения и выражается в процентах.

Чувствительность данного метода контроля зависит от размеров, формы, глубины и ориентации дефектов сварных швов, геометрических параметров их поверхности, технических характеристик считывающей головки дефектоскопа и типа магнитной пленки.

Магнитографией наиболее уверенно выявляются плоскостные дефекты (трещины, непровары и несплавления), а также протяженные дефекты в виде цепочек шлаковых включений, преимущественно ориентированных перпендикулярно направлению магнитного потока. Значительно хуже обнаруживаются округлые дефекты (поры и отдельные шлаковые включения).

Практикой установлено, что магнитографическим методом уверенно выявляются внутренние плоскостные дефекты, когда их вертикальный размер составляет 8 ... 10 % от толщины сварного шва. Максимальная чувствительность контроля по отношению к

указанным видам дефектов достигает 5 %. Округлые внутренние дефекты обнаруживаются, когда их размер по высоте составляет не менее 20 % от толщины металла.

Чувствительность магнитографического метода к поверхностным дефектам примерно такая же или несколько ниже, чем магнитопорошкового метода. При этом чем глубже расположен дефект от поверхности сварного соединения, на которую помещают магнитную пленку, тем хуже он выявляется. Современная аппаратура позволяет обнаруживать дефекты с вертикальными размерами, составляющими 10 ... 15 % от толщины металла, при глубине залегания до 25 мм.

На чувствительность магнитографического метода существенно влияют высота и форма сварного шва, а также состояние его поверхности. Для лучшей выявляемости дефектов сварку следует выполнять таким образом, чтобы выпуклость шва не превышала 25 % от толщины основного металла, а переход от наплавленного металла к плоскости был плавным.

При этом необходимо, чтобы высота неровностей на поверхности шва составляла не более 30 % от его выпуклости и в то же время не превышала 1 мм. При контроле швов с шероховатой поверхностью следует производить их зачистку. Не допускается контроль данным методом сварных швов со смещением кромок стыкуемых деталей, а наилучшие результаты этот метод обеспечивает при контроле сварных швов, выполненных автоматической сваркой.

31. Радиационная дефектоскопия сварных швов

Радиационная дефектоскопия— рентгено- и гаммаграфический метод контроля. Рентгено- и гаммаграфия — это метод получения на рентгеновской пленке или экране изображения предмета (изделия), просвечиваемого рентгеновским или гамма-излучением. Он основан на способности рентгеновского и гамма-излучения проходить через непрозрачные предметы, в том числе через металлы, и действовать на рентгеновскую пленку и некоторые химические элементы, благодаря чему последние флуоресцируют (светятся).

При этом дефекты, встречающиеся при сварке в теле изделия и чаще всего имеющие характер пустот (непроваров, трещин, раковин, пор и т.д.), на рентгеновской пленке (на рентгенограммах) имеют вид пятен (раковины, поры) или полос (непроваров). Как правило; просвечивают 3 – 15% общей длины сварного шва. У особо ответственных конструкций просвечивают все швы.

Рентгеновские аппараты, применяемые для контроля изделий, состоят из рентгеновской трубки, источника питания и пульта управления. В качестве источника питания применяют повышающий трансформатор, во вторичную цепь которого включают кенотроны для выпрямления анодного тока и высоковольтные конденсаторы, позволяющие удвоить или утроить напряжение вторичной обмотки трансформатора. Схема просвечивания рентгеновским излучением изделия показана на рисунке 1.

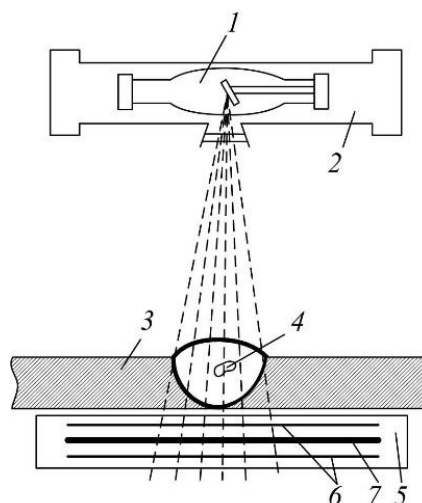


Рисунок 1 – Схема просвечивания рентгеновским излучением

1 – рентгеновская трубка, 2 – футляр со свинцовым экраном, 3 – просвечиваемое изделие, 4 – дефект, 5 – кассета, 6 – экран, 7 – рентгенопленка

В зависимости от режима просвечивания (при толщине металла до 50 мм), качества пленки и правильности дальнейшей ее обработки удастся выявить дефекты размером 1 – 3% от толщины контролируемых деталей.

32. Ультразвуковая дефектоскопия сварных швов

Среди используемых сегодня неразрушающих методов определения дефектов сварного шва УЗД стал наиболее эффективным и одним из самых доступных, которые поставлены на поток. По результатам проверки ведется специальный журнал в разрезе по каждому сварщику. Область применения контроля при помощи УЗД ограничивается исключительно геометрическими данными заготовок. Диагностике подвергаются сварочные швы трубопроводов, которые испытывают высокое давление.

В основу метода положены физические возможности ультразвука. Его особенность заключается в том, что он отражается от границы разделения разных по своему составу сред. По своей природе ультразвук является упругим механическим колебанием, который генерируется различными методами. Его звуковой диапазон находится вне пределов доступных для человеческого уха. Излучатели не оказывают вредного воздействия на организм человека.

Ультразвуковая диагностика выполняется в широком диапазоне частот: от 20 кГц до 500 МГц. Волны, направленные от излучателя в какую-либо сторону, распространяются с одинаковой скоростью при условии однородности среды. При изменении среды они преломляются или отражаются, подобно лучу света. Скорость продольной волны практически в два раза больше, чем поперечной.

Чувствительность приборов зависит от его конструктивных особенностей и сильно варьируется. Большой ассортимент объясняется тем, что генерируемые волны могут отражаться только от тех дефектов, которые равны длине волны или больше ее. Ультразвук отлично определяет мелкие дефекты сварного стыка, а именно: пустоты, раковины, разного рода включения, шлаки, зерна и прочие примеси, понижающие прочность шва.

Важные достоинства:

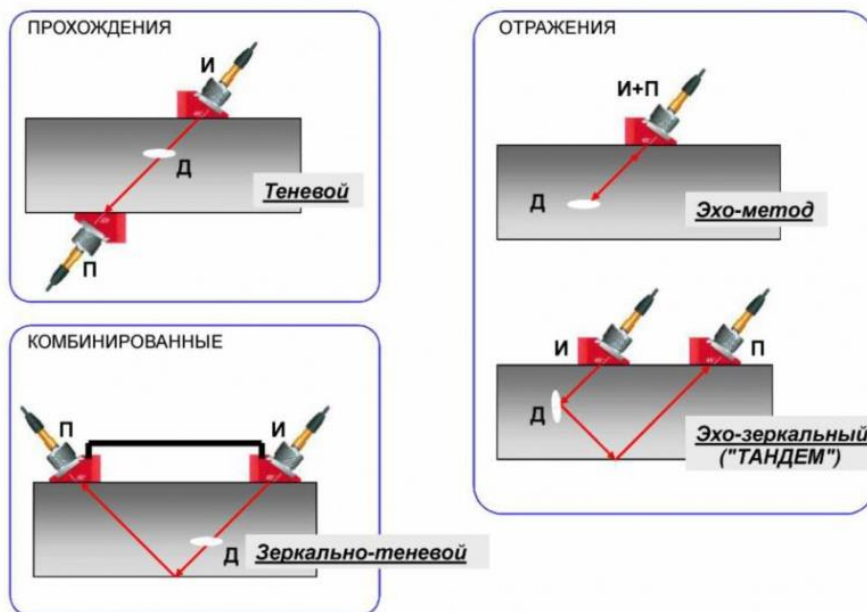
- неразрушающий метод контроля качества сварных соединений. Нет потребности в том, чтобы вырезать часть металлоконструкции и везти ее в лабораторию для проведения исследований;
- дефектоскопы универсальны. Они подходят для использования в полевых условиях или в оборудованной лаборатории;
- метод одинаково хорошо подходит для определения дефектов как однородных, так и разнородных соединений;

- не требуется много времени для того, чтобы определить состояние шва. Результат готов буквально сразу;
- приборы абсолютно безопасны в использовании. Они не оказывают вредного влияния на организм человека;
- диагностике поддаются большинство видов дефектов. Очень высока достоверность полученного результата.

Недостатки оборудования связаны с ограничениями его применения и необходимостью подготовки специалистов для эксплуатации техники. Дело в том, что ультразвуковой сигнал затухает в крупнозернистых структурах. Нужно использовать специальные преобразователи с конкретным радиусом кривизны подошвы.

Виды и методы ультразвукового контроля сварных соединений

МЕТОДЫ И СХЕМЫ КОНТРОЛЯ



Для диагностирования стыков ультразвуком используют разные методики:

- прямой луч;
- отражение однократное;
- отражение двукратное;
- отражение многократное.

Касательно направления луча, то его подбирают по нормали, где опасность дефектов особенно высока. Наиболее распространенные варианты измерений:

- *эхо-импульсная диагностика*. Прибор генерирует волну и настроен на прием оклика. Если его нет, то это значит, что дефекты не обнаружены. Если же результат обратный, то в исследуемой массе есть разделение сред;

- *эхо-зеркальный*. Подразумевает использование генерирующего волну датчика и приемника-улавливателя. Размещение приборов – под углом к оси стыка. Приемник ловит все ультразвуковые излучения и по ним диагностируются трещины или их отсутствие;

- *теневая диагностика*. Волны проходят по всей площади стыка. Приемник располагается позади сварного соединения. В случае, когда излучение отражается и не попадает на приемник, фиксируется теневой участок;

- *зеркально-теневая дефектоскопия*. Технология сочетает теневой и зеркальный методы исследований. Используется комплект датчиков, которые улавливают отраженные звуковые колебания. Если идет чистая волна, то это значит, что шов не имеет дефектов;

- *дельта-метод* подразумевает воздействие на объект направленным лучом. По отражению звукового сигнала определяются изъяны стыка. Когда возникает необходимость в получении точных результатов, то можно воспользоваться к тонкой настройке диагностического оборудования.

На практике чаще всего определяют проблемные участки сварки при помощи *эхо-импульсной и теневой диагностики*. Метод неразрушающего контроля дает возможность выявить бракованный отрезок, который со временем может привести к разгерметизации сварочного шва. Это отличный метод профилактики аварийных ситуаций. Особенно, если речь идет о магистралях высокого давления.

УЗК используется для проверки сварных швов цветных металлов, стали углеродистой и легированной, чугуна. При помощи диагностического оборудования выявляется:

- пористость, образованную атмосферными газами;
- ржавчину внутри застывшего расплава;
- не проваренные места;
- нарушение геометрии на отдельных участках;
- трещины;
- включения инородных тел и прочие отличия в структуре;
- расслоения;
- складки, образованные наплавом;
- дефекты сквозного характера;
- внастыковое провисание диффузного слоя.

При помощи УЗК контролируются соединения самых разных конструктивных элементов:

- фланцевые, трубные и прочие кольцевые соединения;
- тавровые швы;
- стыки, независимо от их конфигурации (в т.ч. и сложные формы);
- швы поперечные и продольные, которые испытывают высокое давление или нагрузки разнонаправленного характера.

При прохождении через металлическую решетку звуковые волны рассеиваются. Это их свойство накладывает определенные ограничения на область использования оборудования. Все они изложены в инструкции производителя, которая прилагается к аппарату.

Ограничения геометрического характера:

- толщина проверяемых заготовок не может быть больше 50-80 см, или меньше 8-10 мм;
- расстояние до объекта контроля: минимальное – 3 мм, максимальное – 10 метров.

Методика отлично зарекомендовала себя в строительстве, машиностроении; на предприятиях, имеющих магистрали высокого давления.

33. Вихретоковая дефектоскопия сварных швов.

После окончания сварочного процесса, как правило, проводят анализы для получения результатов, на соответствие их требуемым параметрам. Одним из таких видов проверки является вихретоковый контроль сварных соединений. Он не приводит к разрушению образца, так что его можно применять безопасно для самой заготовки. Основным принципом действия, на котором основана работа устройства контроля, является взаимодействие электромагнитных полей вихревых токов и полей вихретокового преобразователя. Все это подходит для работы с графитом, металлом, различными сплавами, полупроводниками и прочими материалами. Параметры зоны контроля, к примеру, такой как глубина проникновения, зависят от мощности электромагнитного поля, при помощи которого исследуют объект. Чем оно больше, тем больший участок можно захватить.

Вихретоковый контроль сварных соединений помогает определить геометрические размеры и структуру изучаемого объекта. Благодаря данному методу можно определить не только наличие несплошностей, но и их место расположения, так как далеко не все из них располагаются на виду, а могут залегать на различной глубине. Данный метод

помогает определить наличие трещин различного типа, раковин, закатов, расслоений, наличие неметаллических включений, пор и прочих видов дефектов сварных швов.

Вихретоковый контроль сварных швов помогает определять наличие трещин размером от 1 мм и на глубине от 1% относительно диаметра. Также можно контролировать геометрические размеры прутков и труб, диаметр проволоки, толщину стенок листов и прочих конструктивных элементов. Предел измерения находится в диапазоне от нескольких микрометров до нескольких десятков миллиметров, а погрешность измерения в среднем составляет 3-4%. Минимальная площадь контроля составляет 1 квадратный миллиметр. Этот вид дефектоскопии сварных швов используется для определения зазоров, вибраций и перемещений в различных механизмах и машинах. Структурное состояние определяет физические и механические свойства исследуемых материалов, так что подробное их изучение при помощи вихревого дефектоскопа позволяет определить наличие отклонений в структуре и принять решение, допустимы ли такие виды отклонений при планируемых условиях эксплуатации.

Преимущества

- Производительность данного метода находится на очень высоком уровне;
- Скорость анализа может составлять, примерно, 10 см в секунду;
- Контроль может проводиться на поверхностях с шероховатостью Rz30;
- Контроль может проводиться даже при наличии верхнего слоя немагнитного покрытия, который достигает до 2 мм;
- Процедура может проводиться даже при ограниченном доступе к поверхности;
- Возможна работа с деталями сложной конфигурации.

Недостатки

- Контроль сварных соединений вихретоковым методом требует применения специализированной техники;
- Для работы с прибором контроля необходимо обладать соответствующими навыками.

34. Классификация дефектов сварных соединений.

Дефектами в сварных соединениях называют отклонения от норм, предусмотренных стандартами и техническими условиями.

В сварных соединениях, выполненных сваркой плавлением, различают дефекты в зависимости от причин возникновения и места их расположения.

В зависимости от причин возникновения дефекты можно разделить на две группы. К первой группе относятся дефекты, связанные с металлургическими и тепловыми явлениями, происходящими в процессе образования, формирования и кристаллизации сварочной ванны и остывания сварного соединения: горячие и холодные трещины в металле шва и околошовной зоне, поры, шлаковые включения, неблагоприятные изменения свойств металла шва и зоны термического влияния.

Вторую группу составляют дефекты формирования швов, т.е. дефекты, происхождение которых связано в основном с нарушением режима сварки, неправильной подготовкой и сборкой элементов конструкции под сварку, неисправностью оборудования, небрежностью и низкой квалификацией сварщика и другими нарушениями технологического процесса. К таким дефектам относятся: несоответствие швов расчетным размерам, непровары, подрезы, прожоги, наплывы, незаваренные кратеры и др. Сварочные дефекты классифицируют по форме, величине, массовости и расположению в шве. В зависимости от места нахождения дефекты условно делят на наружные и внутренние.

Классификация дефектов сварных соединений в зависимости от их природы и причин образования:

- дефекты, связанные с особенностями технологических и тепловых процессов сварки, возникающие из-за нагрева, кристаллизации и остывания сварного соединения;

- дефекты формирования шва, происхождение которых связано с нарушениями требований нормативных документов к подготовке, сборке и сварке соединяемых узлов, механической и термической обработке сварных швов и самой конструкции, к сварочным материалам и оборудованию.

Классификация дефектов сварных соединений по месту залегания и способам обнаружения:

- внешние дефекты, расположенные на поверхности сварного соединения и обнаруживаемые невооруженным глазом или с помощью лупы;
- внутренние дефекты, не выходящие на поверхность сварного соединения и наблюдаемые с помощью специальной аппаратуры.

Классификация дефектов сварных соединений по времени появления в технологическом процессе:

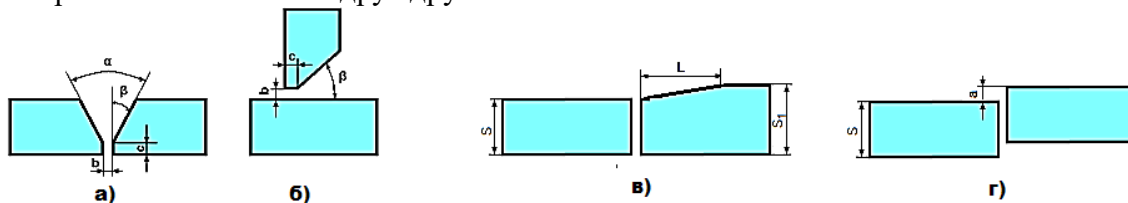
- дефекты подготовки (и сборки) изделий под сварку;
- сварочные дефекты.

Классификация дефектов сварных соединений по ГОСТ Р ИСО 6520-1-2012:

- трещины;
- полости;
- твердые включения;
- несплавление и непровар;
- отклонения формы и размера шва;
- прочие дефекты.

35. Дефекты подготовки и сборки

К элементам геометрической формы подготовки кромок под сварку (рис. 1) относятся угол разделки кромок α , угол скоса кромок β , притупление кромок c , зазор между стыкуемыми кромками b , длина скоса листа L при наличии разности толщин металла, смещение кромок относительно друг друга a .



α - угол разделки кромок (60-90)⁰
 β - угол скоса кромок (30-50)⁰
 c - притупление кромок (1-3 мм)
 b - зазор (1-4 мм) в зависимости от толщины металла

L - длина скоса листа при наличии разности толщин металла, $L = 5(S_1 - S_2)$
 a - смещение кромок относительно друг друга
 $a = (0,1 \dots 0,2) S$, но не более 3,0 мм в зависимости от требований НД

Рис. 1. Конструктивные элементы подготовки кромок: a — стыкового соединения; b — углового соединения; v — разнотолщинных элементов; z — смещения кромок

Наиболее характерные дефекты подготовки и сборки:

- неправильный угол скоса кромок;
- неправильная величина притупления;
- непостоянство зазора между свариваемыми кромками;
- несовпадение стыкуемых плоскостей кромок.

Разделка кромок выполняется при толщине металла более 3 мм, поскольку отсутствие разделки кромок может привести к непровару по сечению сварного соединения, а также к перегреву и пережогу металла. Несоблюдение угла скоса кромок может привести к нарушению геометрии шва – завышенной или заниженной ширине и выпуклости шва, при малом угле скоса кромок возможно появление непровара в корне шва, при большом – перегрева и пережога металла шва и ЗТВ.

Зазор, правильно установленный перед сваркой, позволяет обеспечить полный провар по сечению соединения при наложении первого (корневого) слоя шва, если

подобран соответствующий режим сварки. Непостоянство зазора между свариваемыми кромками приводит к появлению прожогов или непроваров при сварке.

Притупление кромок выполняется для обеспечения устойчивого ведения процесса сварки при выполнении корневого слоя шва. Отсутствие притупления или его неправильная величина способствует образованию прожогов или непроваров при сварке.

Длиной скоса листа регулируется плавный переход от толстой свариваемой детали к более тонкой, устраняются концентраторы напряжений в сварных конструкциях.

Смещение кромок создает дополнительные сварочные деформации и напряжения, тем самым ухудшая прочностные свойства сварного соединения. Кроме того, смещение кромок не позволяет получать монолитного сварного шва по сечению свариваемых кромок. Смещение кромок регламентируется ГОСТами, нормативной документацией или техническими условиями на изготовление изделий.

Причинами дефектов подготовки и сборки могут быть неисправности станков для механической обработки или газорезательных машин, приспособлений для сборки, низкое качество исходных материалов, ошибки в чертежах, низкая культура производства, низкая квалификация персонала.

Дефекты подготовки и сборки часто приводят к появлению сварочных дефектов, поэтому подготовку изделий к сварке необходимо особо тщательно контролировать.

36. Классификация трещин сварных швов

Трещины (100; E) - дефект сварного соединения в виде разрыва в сварном шве и (или) прилегающих к нему зонах

Трещины -дефект сварного соединения в виде разрыва в сварном шве и (или) прилегающих к нему зонах или - несплошность вызванная местным разрывом шва, который может возникнуть в результате охлаждения или действия нагрузок.

Классификация трещин: микротрещины, видимые только под микроскопом;

- продольные, ориентированные параллельно оси сварного шва;
- поперечные, ориентированные поперек оси сварного шва;
- радиальные, радиально исходящие из одной точки;
- кратерные;
- разрозненные, несвязанные между собой, ориентированные в разных направлениях;
- разветвленные, связанные между собой, расходящиеся из одной общей трещины.

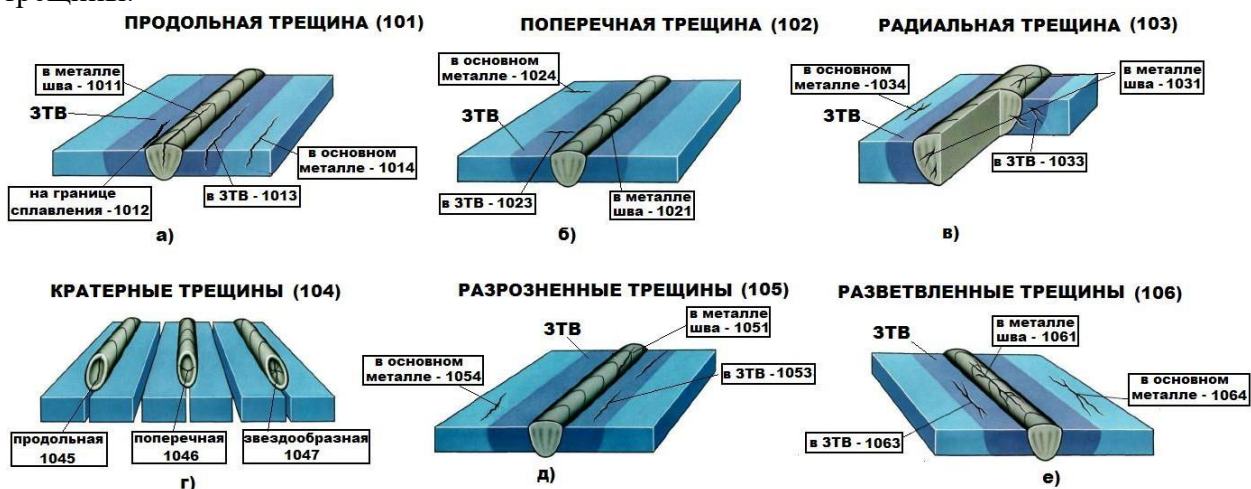


Рис. 1. Классификация трещин: а — продольные; б — поперечные; в — радиальные; г — кратерные; д — разрозненные; е — разветвленные.

Трещины являются самыми опасными недопустимыми дефектами, так как являются концентраторами напряжения и очагом разрушения сварного соединения. Они

могут быть расположены в металле сварного шва, в ЗТВ, в основном металле. Трещины, как правило, не подлежат устранению без вырезки сварного соединения.

Возможные причины появления трещин в швах сварных соединений:

- жесткое закрепление свариваемых деталей;
- малое сечение сварного шва для данной толщины соединения;
- наличие дефектов в сварном шве или основном металле;
- неправильная подготовка соединения под сварку;
- неудовлетворительное качество или неправильный выбор типа электродов;
- использование повышенных значений сварочного тока, что приводит к появлению крупнозернистых участков структуры сварного шва;
- высокое содержание углерода или легирующих элементов в основном металле, не учтенное при выборе технологии сварки;
- быстрое охлаждение сварочной ванны (при сварке высокоуглеродистых и легированных сталей);
- несоблюдение технологии, режимов сварки, заданного порядка наложения сварных швов.
- большое количество водорода в металле шва.

Способы предупреждения трещин:

- применение сварочных материалов с низким содержанием углерода;
- тщательная сборка соединения, исключая жесткое закрепление свариваемых деталей;
- оптимальный порядок наложения швов;
- применение режимов сварки с минимальным проплавлением основного металла и оптимальной скоростью охлаждения;
- выбор оптимальной формы шва;
- тщательная очистка кромок и проволоки;
- осушка защитных газов, прокалка электродов, порошковой проволоки, флюсов;
- обеспечение замедленного охлаждения сварного соединения;
- в некоторых случаях обеспечение предварительного или сопутствующего подогрева свариваемых кромок.

В зависимости от температуры, при которой образуются трещины, их условно подразделяют на горячие и холодные.

Холодные трещины возникают при температурах ниже 300⁰С, то есть сразу после остывания шва или при вылеживании готового изделия. Холодные трещины могут быть продольными или поперечными — в изломе светлые или со слабыми цветами побежалости и возникают преимущественно при дуговой сварке низколегированной стали большой толщины. Холодные трещины образуются, главным образом, при сварке среднелегированных сталей перлитного и мартенситного классов.

Причины появления холодных трещин:

- сварочные напряжения, возникающие во время фазовых превращений, приводящих к снижению прочностных свойств металла;
- растворенный атомарный водород, не успевший выделиться во время сварки, из-за непросушенных перед сваркой кромок или сварочных материалов (электродов, порошковой проволоки, флюса);
- неправильная техника сварки;
- неправильно выбранный присадочный материал;
- нарушение защиты сварочной ванны.

Горячие трещины появляются в процессе кристаллизации металла при температурах 1100 — 1300⁰С вследствие резкого снижения пластических свойств и развития растягивающих деформаций. Они могут быть внутренними или выходить на поверхность, могут возникать как в шве, так и в ЗТВ. Распространяться горячие трещины

могут как вдоль, так и поперек шва. Горячие трещины извилисты, на изломе имеют желтовато — оранжевый оттенок, сильно окислены, распространяются по границам зерен.

Горячие трещины возникают чаще всего при сварке высоколегированных сталей аустенитного класса, алюминиевых, титановых и никелевых сплавов

Причины появления горячих трещин:

- большое количество вредных примесей в основном металле (особенно серы и фосфора), образующих легкоплавкие эвтектики;
- жесткое закрепление свариваемых заготовок;
- загрязнение кромок разделки маслом, водой, ржавчиной и т.д.;
- неправильно подобранный присадочный материал;
- завышенная скорость сварки.

Чтобы предупредить горячие трещины необходимо:

- ручную дуговую сварку выполнять при минимальной длине дуги, без поперечных колебаний усиленными валиками;
- автоматическую сварку под флюсом производить на пониженных скоростях с минимальным числом проходов;
- кратеры швов тщательно заплавлять до получения выпуклого мениска или вышлифовать;
- выполнять каждый проход при многопроходной сварке высоколегированных аустенитных сталей после охлаждения предыдущего до температуры ниже 100⁰С и тщательной его зачистки;
- применять обратноступенчатый метод сварки для уменьшения сварочных напряжений и деформаций.
- подбирать сварочные материалы с пониженным содержанием серы, фосфора и других элементов, образующих легкоплавкие эвтектики (кремний, углерод и пр.);
- выполнять швы с рекомендуемым для данного материала коэффициентом формы шва (соотношением ширины шва к его толщине).

Кратерные трещины появляются из-за сварочных напряжений, когда металл кратера, находящийся в жидко-твердом состоянии, разрывается по границам кристаллов, где скапливаются легкоплавкие эвтектики.

Чтобы предупредить возникновение кратерных трещин, необходимо:

- применять сборочно-сварочные приспособления;
- применять приемы правильной заварки кратера;
- обеспечивать снижение тепловой мощности источника нагрева по окончании сварки.

Разрозненные трещины и разветвленные трещины могут быть холодными и горячими, причины их возникновения указаны выше.

Выходящие на поверхность трещины выявляются при внешнем осмотре. Внутренние трещины могут быть выявлены методами неразрушающего контроля, такими как ультразвуковой и рентгенографический контроль.

Заварка (ремонт) трещин без соответствующей подготовки может вызвать их мгновенное распространение даже при незначительных нагрузках и снижении температуры.

Перед разделкой необходимо тщательно осмотреть трещину, точно определить ее концы, затем засверлить сверлом диаметром 6-10 мм так, чтобы центр отверстия совпал с концом трещины или был на 3-5 мм дальше трещины.

37. Визуально – измерительный контроль сварных швов.

Для улучшения качества и увеличения скорости работ, вы всегда можете воспользоваться нашими верстаками собственного производства. Сварочные работы нужно контролировать на каждом этапе, чтобы в итоге получилось высокое качество соединения. Иногда по истечении определенного срока эксплуатации сварной

конструкции может потребоваться дополнительное обследование шва. Это делается в целях безопасности эксплуатации ответственных конструкций, разрушение которых может повлечь тяжелые последствия. С этой целью применяется визуально-измерительный контроль качества сварных соединений.

Визуальный контроль сварных швов подразумевает проверку места соединения заготовок как до, так и после выполнения сварочных работ. Процедура необходима для того, чтобы подтвердить точность и надлежащее качество выполнения поставленной задачи. Нарушения технологического процесса и требований стандартов могут в итоге привести к разрушению конструкции раньше гарантийного срока. Существует специальный ГОСТ, регламентирующий порядок и метод ведения контроля и отчетной документации.

Измерительные работы с использованием шаблоном и оптического инструмента - это неразрушающий метод ВИК-контроля. Благодаря ему удается получить достоверную информацию о состоянии сварного стыка с сохранением его целостности. Если возникают подозрения, то назначаются дополнительные экспертизы, позволяющие сделать более полный и точный анализ. К таким относятся спектроскопия и ультразвуковая диагностика.

Обследования проводят специалисты-контроллеры, которые предварительно прошли курс обучения, сдали испытания и получили аттестаты соответствующего образца. Методы проведения контроля разные: зрительный, тактильный, при помощи оптических приборов, с использованием измерительной оснастки. Результаты диагностики, замечания и рекомендации по их устранению фиксируются актом освидетельствования.

Визуальный контроль сварных соединений позволяет выявить такие дефекты:

- неверная геометрия катета шва;
- прожиг;
- неправильные пропорции между шириной и высотой наплава;
- редкая чешуйчатость;
- слишком большие наплывы расплава;
- кратеры в сварочной ванне;
- подрезы из-за высокой силы тока;
- непроваренные участки;
- измененный цвет металла, вызванный перегревом или неправильно подобранной присадкой.

Использование оптических увеличительных приборов расширяет возможности визуального осмотра сварных швов. Можно выявить:

- поперечные и продольные трещины;
- проявления коррозии;
- нарушения в структуре металла, в частности расслоение;
- нежелательные твердые включения в сплаве;
- открытые поры, через которые выходил газ;
- надиры, раковины, забоины;
- брак защитного покрытия, выполненного из полимера или краски;
- смещение шва.

Начальный контроль на подготовительных этапах дает возможность определить, насколько качественно подготовлены кромки. Таким же методом контролируется накладка маркировки или профессионального клейма сварщика.

Преимущества и недостатки

Согласно положениям ГОСТ 23479-79 измерительный контроль является первичным способом обследования. После его завершения ответственными лицами принимается решение о целесообразности проведения диагностики иными методами. Положительные стороны измерительного контроля:

- минимальные издержки времени на проведение проверки;

- простота выполнения;
- позволяет получить большинство информации о наружном состоянии сварного соединения;
- не требуется сложное дорогостоящее оборудование;
- легко проверяется результат.

Контролировать качество сварного шва требуется на всех этапах: на стадии подготовительных работ, во время сваривания заготовок и после ее завершения. Такой подход необходим для комплексной объективной оценки результата. Однако даже при таких раскладах метод нельзя назвать совершенным, поскольку ему присущи *недостатки*:

- заключения о качестве работ заключаются только на основе видимой части шва. В то время как скрытые дефекты выявить не представляется возможности;
- выводы зависят от уровня квалификации эксперта и его подхода к выполнению задания;
- подходит исключительно для обнаружения крупных легко видимых для человеческого глаза дефектов.

38. Технологические способы уменьшения сварочных деформаций.

При выполнении сварочных работ невозможно полностью избежать *остаточных деформаций свариваемых изделий*: их можно лишь свести к некоторой минимальной величине. Закрепление свариваемых деталей в приспособлениях помогает уменьшить деформации, но в то же время в деталях возникают дополнительные напряжения, которые могут привести к появлению трещин. Методы борьбы со сварочными деформациями можно разделить на конструктивные и технологические.

Конструктивным методам относят уменьшение количества вводимой при сварке теплоты в изделие за счет уменьшения количества сварных швов и объема наплавленного металла; симметричное расположение сварных швов для уравнивания деформаций; симметричное расположение ребер жесткости в конструкции; уменьшение использования накладок и косынок; применение стыковых соединений вместо других, где это возможно.

Технологические методы борьбы со сварочными деформациями включают в себя следующие способы: рациональную технологию сборки и сварки изделия; жесткое закрепление свариваемых деталей; предварительный или сопутствующий подогрев изделия; проковку металла швов и околошовной зоны; механическую или термическую правку деталей и конструкций после сварки; термическую обработку; правильный выбор вида (способа) сварки и последовательности наложения швов.

На величину деформаций влияют количество и размеры прихваток при сборке изделия под сварку (иногда изделие предварительно даже изгибают в сторону, обратную по отношению к изгибу, вызываемому сваркой).

Несмотря на принимаемые меры, сварные конструкции часто приходится править после сварки. Обычно производят механическую или термическую правку.

Подогрев свариваемого металла. Если меры предотвращения образования сварочных напряжений и деформаций оказываются недостаточными, появляется необходимость в устранении (снятии) возникших напряжений и деформаций. Для частичного или полного устранения внутренних напряжений применяют предварительный подогрев металла перед сваркой, термическую обработку швов и околошовной зоны после окончания сварочных работ, иногда полную термическую обработку изделия. Предварительный или сопутствующий подогрев изделия снижает перепад температур в зонах сварных соединений, что приводит к уменьшению остаточных напряжений и деформаций.

Местный предварительный подогрев для уменьшения сварочных напряжений и деформаций используют при сварке сталей, чугуна, алюминиевых сплавов, бронзы. При

этом алюминий подогревают до 300 °С, бронзу — до 400, сталь — до 400—600, чугун — до 500—800 °С.

Проковка швов. Сварочные напряжения можно снять почти полностью, если в шве и околошовной зоне создать дополнительные пластические деформации, что достигается проковкой швов. Проковка швов создает местную пластическую деформацию удлинения, обратную деформации укорочения при сварке, вследствие чего изделие может приобретать первоначальную форму и размеры.

Послойная проковка швов применяется при сварке металлов больших толщин и специальных жаропрочных сталей. Ее производят при остывании сварного шва (температура 450 °С и выше либо 150 °С и ниже). В интервале температур 300–400 °С в связи с пониженной пластичностью металла при его проковке возможно образование надрывов. Специального нагрева сварного соединения для выполнения проковки, как правило, не требуется. Прокровку выполняют после наложения каждого слоя частыми легкими ударами пневматического зубила или вручную молотком массой 0,6—1,2 кг с закругленным бойком.

Частота и интенсивность проковки зависят от толщины металла, состава стали, температуры нагрева, при которой ведется сварка, и ряда других факторов. Прокровку ведут до сглаживания рисунка шва. Проковка сварного шва способствует также повышению усталостной прочности конструкции.

Механическая правка металла. При механической правке свариваемым деталям придают новые деформации, снижающие первоначальные, возникшие в результате сварки. Деформацию деталей устраняют механической правкой с помощью прессов, домкратов, правильных вальцов, ударных приспособлений и др. При толщине металла до 3 мм правку производят вручную молотком. При механической правке образуется местный наклеп, повышающий предел текучести металла. Вызываемая наклепом неоднородность механических свойств отрицательно сказывается на статической прочности конструкции и при эксплуатации ее под переменными нагрузками.

39. Причины деформации металла при сварке

Деформация металла при сварке – это явление, которое приводит к нарушению геометрии изделий и, следовательно, к браку продукции. Подобное может наблюдаться даже в работе опытных сварщиков. Соблюдение ряда правил позволяет снизить вероятность появления деформации и получить качественное и надежное соединение.

Существует множество причин возникновения деформации металла при сварке. О том, с чем они связаны, какие меры принимают для профилактики этого явления и что делают для исправления, читайте в нашем материале.

Если на металлический предмет оказывается механическое воздействие, то в нем возникают напряжение и искажение. Первое характеризуется силой давления, оказываемой на единицу площади. Второе – нарушением габаритов и формы изделия из-за силового воздействия.

Напряжения появляются в деталях под влиянием практически любого усилия. Это может быть растягивание, изгиб, сжатие или резка. В ходе сварки следует внимательно следить за показателями как деформации, так и напряжения. Если превысить допустимые значения, то конструкция (частично или полностью) может разрушиться.

Сварочные деформации возникают под влиянием различного рода напряжений, появляющихся внутри изделия. Основные причины их появления специалисты объединяют в две большие группы: основные, которые считаются неизбежными и постоянно появляются в ходе сварки, а также сопутствующие, устранение которых вполне возможно.

К основным причинам возникновения деформации и напряжения в ходе сварочных работ относят следующие:

- Структурные видоизменения, которые, влияя на металл, вызывают напряжения (растягивающие и сжимающие). Происходит это в ходе охлаждения деталей из легированных или высокоуглеродистых стальных сплавов. При этом размеры изделия, а также зернистая структура материала нарушаются. В итоге изначальный объем изменяется, что приводит к увеличению напряжения внутри детали.

- Неравномерный прогрев. Первичному нагреву в ходе сварочных работ подлежит только рабочая зона изделия. По мере увеличения температуры материал расширяется, воздействуя на мало прогретые слои металла. При прерывистом прогреве концентрация напряжений сварного шва достигает высоких значений. Ее показатель зависит от рабочей температуры, теплопроводности материала и уровня линейного расширения.

- Литейная усадка. Она происходит в ходе кристаллизации материала, характеризуется уменьшением объема металла, возникает из-за сварочного напряжения (продольного и поперечного), которое появляется в процессе усадки расплава.

Сварочное напряжение могут вызвать не только механические воздействия. Сплавам различных металлов вообще свойственны свои деформации и напряжения. Они делятся на временные и на остаточные. Пластичная деформация металла при сварке вызывает остаточные, не исчезающие и после остывания материала. Временные же возникают при сварке прочно закрепленной детали.

К побочным или сопутствующим деформациям при проведении сварочных работ можно отнести:

- любые отклонения от нормативов в технологическом процессе – примером может быть плохая подготовка детали к сварке, неправильный выбор электрода, нарушение режима сварочного процесса и пр.;

- несоответствия и ошибки, допущенные в конструировании изделия, – это могут быть неверно выбранный тип шва, часто расположенные соединения, малый зазор между сварными швами и пр.;

- низкий профессионализм и небольшой опыт мастера.

Концентрацию напряжений в сварном шве может вызвать практически любая ошибка. Из-за них возникают технологические дефекты соединения: непровары, трещины, пузыри и прочий брак.

40. Виды деформации при сварке

В ходе сварочного процесса происходят следующие виды деформации:

- Местные и общие. При местных деформациях изменениям подвержены только части конструкции. Общие же деформируют изделие полностью и сразу, меняя его размеры и искривляя геометрическую ось.

- Временные и конечные. Остаточные (конечные) деформации остаются в изделии даже после его охлаждения, а временные появляются в отдельные моменты времени.

- Упругие и пластичные. При восстановлении формы и габаритов изделия по окончании сварки деформация считается упругой. При наличии постоянных дефектов – пластичной.

Материал может быть деформирован вне плоскости сварного изделия или внутри него.

Разнонаправленность сил, действующих относительно сечения материала, приводит к возникновению различных напряжений: сжатия либо изгиба, растяжения, кручения, среза.

4.Комплект билетов.

5.Экзаменационная ведомость.

Оценка запланированных результатов по МДК

Результаты обучения (элементы)	Показатели оценки результата
<p>У1- Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения деятельности</p> <p>У2 - Выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей).</p> <p>У3 - Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.</p> <p>У4 - Использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки</p> <p>У5 -Использовать измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.</p>	<p>Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.</p> <p>Выбирает пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей)</p> <p>Выбор материала, заготовок под сварку. Сборочно – сварочные приспособления. Сборка узла, конструкции в целом с последующей сваркой</p> <p>Использует ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки.</p> <p>Контролирует геометрические параметры собранных под сварку элементов конструкции с помощью измерительного инструмента. Проверяет зазор в стыке, смещение кромок, угол разделки, притупление, перпендикулярность, соосность и прямолинейность. Сравнив полученные размеры с допусками по чертежу и технологической карте.</p>
<p>31 Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах основные группы и марки свариваемых материалов</p> <p>32 Правила подготовки кромок изделий под сварку</p> <p>33 Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки правила сборки элементов конструкции под сварку.</p> <p>34 - Способы устранения дефектов сварных швов правила технической эксплуатации электроустановок.</p> <p>35 - Устройство сварочного и вспомогательного оборудования; назначение и условия работы контрольно-измерительных</p>	<p>Основные типы конструктивных элементов и размеры сварных соединений, основные обозначения на чертежах.</p> <p>Правила подготовки кромок изделий под сварку</p> <p>Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки правила сборки элементов конструкции под сварку.</p> <p>Способы устранения дефектов сварных швов правила технической эксплуатации электроустановок</p> <p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования; назначение и условия работы контрольно-</p>

<p>приборов, правила их эксплуатации и область применения</p>	<p>измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения</p>
<p>ОК 1. Выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы</p> <p>ОК 2. Выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска.</p>	<p>Использование передовых информационно-коммуникационные технологии.</p> <p>Полнота и точность выделения ключевой информации. Последовательность структурирования.</p>
<p>ПК 1.1 Проводить сборочные операции перед сваркой с использованием конструкторской, производственно-технологической и нормативной документации</p> <p>ПК 1.2 Выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей)</p> <p>ПК 1.3 Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.</p> <p>ПК 1.4 Проводить подготовку элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистку сварных швов и удаление поверхностных дефектов после сварки с использованием ручного и механизированного инструмента.</p> <p>ПК 1.5 Проводить контроль собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно технологической документации по сварке.</p>	<p>Выполняет сборочных операций перед сваркой с использованием конструкторской (чертежи, спецификации), производственно-технологической (маршрутные и операционные карты) и нормативной документации (ГОСТ на подготовку кромок и допуски).</p> <p>Выбирает пространственное положение сварного шва (нижнее, горизонтальное, вертикальное, потолочное) для различных элементов конструкций с учетом их конструкции, жесткости и возможности кантовки.</p> <p>Подбирает и применяет сборочные приспособления (струбины винтовые и пневматические, кондукторы, магнитные угольники, центраторы, сборочные плиты, стяжки, распорки) для точной фиксации деталей, узлов и изделий при сборке под сварку.</p> <p>Владеет полным циклом подготовки элементов конструкции под сварку (зачистка до металла, разделка кромок УШМ, обезжиривание). Выполняет после сварочную обработку швов ручным инструментом (молоток, зубило, щетка) и механизированным (УШМ с абразивными, лепестковыми, проволочными кругами).</p> <p>Контролирует геометрические параметры собранных под сварку элементов конструкции с помощью измерительного инструмента.</p>

Образец билета:

МИНИСТЕРСТВО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ЗАНЯТОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ краевое государственное автономное профессиональное образовательное учреждение «Дальнегорский индустриально-технологический колледж»		
Утверждаю Заместитель директора _____ (Ф.И.О.) _____ (подпись) « ____ » _____ 20__ г.	Экзаменационный билет №1 по МДК 01.03Подготовительные и сборочные операции перед сваркой Группа(ы) _____ 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))	Рассмотрено на заседании цикловой методической комиссии Председатель _____ (Ф.И.О.) _____ (подпись) « ____ » _____ 20__ г.
1 Техника безопасности при слесарных работах. 2. Контроль течей, классификация.		

Критерии оценки ответов, обучающихся:

Отметка 5 «отлично» - продемонстрирован высокий уровень знаний и умений по всем трём вопросам билета, правильно решена практико-ориентированная задача.

Отметка 4 «хорошо» - продемонстрировано понимание основного содержания всех трех вопросов билета, правильно решена практико-ориентированная задача.

Отметка 3 «удовлетворительно» - продемонстрировано владение основным содержанием по двум вопросам билета, частично решена практико-ориентированная задача.

Отметка 2 «неудовлетворительно» - не продемонстрировано владение знаниями и умениями, не решена практико-ориентированная задача.

МИНИСТЕРСТВО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
И ЗАНЯТОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

краевое государственное автономное
профессиональное образовательное учреждение
«Дальнегорский индустриально-технологический колледж»

**КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

*ПМ.01. Выполнение подготовительных, сварочных операций
перед сваркой и контроль сварных соединений*

подготовки квалифицированных рабочих, служащих

код профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Дальнегорск, 2025 год

Комплект контрольно-оценочных средств разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии СПО 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки) профессионального модуля Выполнение подготовительных, сборочных операций перед сваркой и контроль сварных соединений.

Разработчики: Гаврикова Елена Юрьевна

Организация-разработчик: КГА ПОУ «ДИТК»

Разработчики:
Гаврикова Елена Юрьевна, преподаватель

ОДОБРЕН
цикловой методической комиссией
Протокол № 1
от «5» сентября 2025 г.
Председатель Гаврикова Е.Ю.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств
2. Результаты освоения ПМ, подлежащие проверке
3. Оценка освоения ПМ
 - 3.1. Контроль и оценка освоения ПМ
 - 3.1.1 Методы и критерии оценивания
4. Контрольно-оценочные средства для проведения промежуточной аттестации
 - 4.1. Пакет материалов
 - 4.2. Критерии оценки

1. ПАСПОРТ КОМПЛЕКТА КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

В результате освоения ПМ 01. Выполнение подготовительных, сборочных операций перед сваркой и контроль сварных соединений обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС по профессии СПО 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки) основной профессиональной образовательной программы для профессии СПО следующими умениями, знаниями, которые формируют профессиональные компетенции, и общими компетенциями.

Обучающийся должен знать:

- основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах основные группы и марки свариваемых материалов;
- правила подготовки кромок изделий под сварку;
- виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки;
- правила сборки элементов конструкции под сварку;
- способы устранения дефектов сварных швов;
- правила технической эксплуатации электроустановок;
- устройство сварочного и вспомогательного оборудования;
- назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения.

Обучающийся должен уметь:

- пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения деятельности;
- выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей);
- применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку;
- использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки;
- использовать измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке

Обучающийся должен иметь практический опыт:

- ознакомления с конструкторской и производственно-технологической документацией по сварке;
- выбора пространственного положения сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей);
- сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку с применением сборочных приспособлений;
- сборки элементов конструкции (изделия, узлы, детали) под сварку на прихватках;
- зачистки ручным или механизированным инструментом элементов конструкции (изделия, узлы, детали) под сварку;
- зачистки ручным или механизированным инструментом сварных швов после сварки
- удаления ручным или механизированным инструментом поверхностных дефектов (поры, шлаковые включения, подрезы, брызги металла, наплывы и т.д.);
- контроля с применением измерительного инструмента подготовленных и собранных с применением сборочных приспособлений элементов конструкции (изделия,

узлы, детали) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке;

- контроля с применением измерительного инструмента подготовленных и собранных на прихватках элементов конструкции (изделия, узлы, детали) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.

Формируемые ОК:

Код	Наименование общих компетенций
ОК 1.	Выбирать способы решения задач деятельности применительно к различным контекстам
ОК 2.	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач деятельности

Формируемые ПК:

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ВД 1	Выполнение подготовительных, сборочных операций перед сваркой и контроль сварных соединений
ПК 1.1.	Проводить сборочные операции перед сваркой с использованием конструкторской, производственно-технологической и нормативной документации
ПК 1.2.	Выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) элементов конструкции (изделий, узлов, деталей)
ПК 1.3.	Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку
ПК 1.4	Проводить подготовку элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистку сварных швов и удаление поверхностных дефектов после сварки с использованием ручного и механизированного инструмента.
ПК 1.5	Проводить контроль собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно технологической документации по сварке.

Формой промежуточной аттестации по МДК является экзамен.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПМ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ПРОВЕРКЕ

Результатом освоения профессионального модуля является готовность обучающегося к выполнению вида профессиональной деятельности проведение подготовительных, сборочных операций перед сваркой, зачистка и контроль сварных швов после сварки. Для подтверждения такой готовности обязательна констатация сформированности у обучающегося всех профессиональных компетенций, входящих в состав профессионального модуля. Общие компетенции формируются в процессе освоения ОПОП в целом, поэтому по результатам освоения профессионального модуля возможно оценивание положительной динамики их формирования.

Оценка запланированных результатов по ПМ

Результаты обучения (элементы/коды компетенций)	Показатели оценки результата (наименование трудового действия)
<i>МДК.01.01 «Технология производства сварных конструкций»</i>	

<p>У1- Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения деятельности</p> <p>У2 - Выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей)</p> <p>У3 - Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.</p> <p>У4 - Использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки</p>	<p>Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. Выбирает пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) Выбор материала, заготовок под сварку. Сборочно – сварочные приспособления. Сборка узла, конструкции в целом с последующей сваркой</p> <p>Использует ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки.</p>
<p>31 Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах основные группы и марки свариваемых материалов.</p> <p>32 Правила подготовки кромок изделий под сварку.</p> <p>33 Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки правила сборки элементов конструкции под сварку.</p> <p>34 - Способы устранения дефектов сварных швов правила технической эксплуатации электроустановок</p>	<p>Основные типы конструктивных элементов и размеры сварных соединений, основные обозначения на чертежах.</p> <p>Правила подготовки кромок изделий под сварку</p> <p>Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки правила сборки элементов конструкции под сварку.</p> <p>Способы устранения дефектов сварных швов правила технической эксплуатации электроустановок</p>
<p>ОК 1. Выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы</p> <p>ОК 2. Выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять</p>	<p>Использование передовых информационно-коммуникационные технологии.</p> <p>Полнота и точность выделения ключевой информации. Последовательность структурирования.</p>
<p>ПК 1.1 Проводить сборочные операции перед сваркой с использованием конструкторской, производственно-технологической и нормативной документации.</p>	<p>Выполнение учебно-производственных задания в соответствии в соответствии конструкторской, нормативно-технической и производственно-технологической документации.</p>
<p>ПК 1.2 Выбирать пространственное</p>	<p>Выбирает оптимальное пространственное</p>

<p>положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) элементов конструкции (изделий, узлов, деталей).</p> <p>ПК 1.3 Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.</p> <p>ПК 1.4 Проводить подготовку элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистку сварных швов и удаление поверхностных дефектов после сварки с использованием ручного и механизированного инструмента.</p>	<p>положение сварного шва для различных элементов конструкций (узлов, деталей) с учетом их жесткости, доступности и требований к качеству.</p> <p>Подбирает и применяет сборочные приспособления (струбцины, кондукторы, угольники, стенды, зажимы) для фиксации деталей, узлов и изделий при сборке под сварку. Обеспечивает проектное положение кромок, регулировку зазора и жесткость фиксации для предотвращения деформаций при сварке</p> <p>Владеет полным циклом подготовки элементов конструкций под сварку: зачистка до металлического блеска, разделка кромок, обезжиривание. Выполняет после сварочную обработку швов с помощью ручного инструмента (молоток, зубило, щетка) и механизированного (УШМ с абразивными, лепестковыми кругами).</p>
<p><i>МДК.01.02 «Подготовительные и сборочные операции перед сваркой и контроль качества сварных соединений»</i></p>	
<p>У1- Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения деятельности</p> <p>У2 - Выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей)</p> <p>У3 - Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.</p> <p>У4 - Использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки</p> <p>У5 -Использовать измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и</p>	<p>Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.</p> <p>Выбирает пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) Выбор материала, заготовок под сварку.</p> <p>Сборочно – сварочные приспособления. Сборка узла, конструкции в целом с последующей сваркой</p> <p>Использует ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки.</p> <p>Контролирует геометрические параметры собранных под сварку элементов конструкции с помощью измерительного инструмента. Проверяет зазор в стыке, смещение кромок, угол разделки,</p>

<p>производственно-технологической документации по сварке</p>	<p>притупление, перпендикулярность, соосность и прямолинейность.</p>
<p>31 Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах основные группы и марки свариваемых материалов.</p> <p>32 Правила подготовки кромок изделий под сварку.</p> <p>33 Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки правила сборки элементов конструкции под сварку.</p> <p>34 - Способы устранения дефектов сварных швов правила технической эксплуатации электроустановок.</p> <p>35 - Устройство сварочного и вспомогательного оборудования; назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения</p>	<p>Основные типы конструктивных элементов и размеры сварных соединений, основные обозначения на чертежах.</p> <p>Правила подготовки кромок изделий под сварку</p> <p>Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки правила сборки элементов конструкции под сварку.</p> <p>Способы устранения дефектов сварных швов правила технической эксплуатации электроустановок.</p> <p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования; назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения.</p>
<p>ОК 1. Выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы</p> <p>ОК 2. Выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять</p>	<p>Использование передовых информационно-коммуникационные технологии.</p> <p>Полнота и точность выделения ключевой информации. Последовательность структурирования.</p>
<p>ПК 1.1 Проводить сборочные операции перед сваркой с использованием конструкторской, производственно-технологической и нормативной документации</p> <p>ПК 1.2 Выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей)</p> <p>ПК 1.3 Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под</p>	<p>Выполняет сборочных операций перед сваркой с использованием конструкторской (чертежи, спецификации), производственно-технологической (маршрутные и операционные карты) и нормативной документации (ГОСТ на подготовку кромок и допуски).</p> <p>Выбирает пространственное положение сварного шва (нижнее, горизонтальное, вертикальное, потолочное) для различных элементов конструкций с учетом их конструкции, жесткости и возможности кантовки.</p> <p>Подбирает и применяет сборочные приспособления (струбцины винтовые и пневматические, кондукторы, магнитные</p>

<p>сварку.</p> <p>ПК 1.4 Проводить подготовку элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистку сварных швов и удаление поверхностных дефектов после сварки с использованием ручного и механизированного инструмента.</p> <p>ПК 1.5 Проводить контроль собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно технологической документации по сварке.</p>	<p>угольники, центраторы, сборочные плиты, стяжки, распорки) для точной фиксации деталей, узлов и изделий при сборке под сварку.</p> <p>Владеет полным циклом подготовки элементов конструкции под сварку (зачистка до металла, разделка кромок УШМ, обезжиривание). Выполняет после сварочную обработку швов ручным инструментом (молоток, зубило, щетка) и механизированным (УШМ с абразивными, лепестковыми, проволочными кругами).</p> <p>Контролирует геометрические параметры собранных под сварку элементов конструкции с помощью измерительного инструмента.</p>
---	--

3. КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА ПО ПМ

1. Экзамен по билетам

1. Форма проведения: устный экзамен по билетам.

2. Условия выполнения

1. Инструкция для обучающихся: внимательно прочитайте задание

2. Время выполнения: 20 минут на подготовку к ответу и не более 10 минут на ответ

3. Оборудование учебного кабинета/мастерской:

4. Технические средства обучения:

5. Информационные источники, допустимые к использованию в ходе промежуточной аттестации:

3. Пакет экзаменатора:

3.1. Перечень тем, выносимых на экзамен:

1. Технологичность сварных конструкций и заготовительные операции
2. Технология изготовления сварных конструкций
3. Подготовительные операции перед сваркой
4. Сборка конструкций под сварку
5. Дефекты сварных соединений
6. Контроль качества сварных соединений

1.1. Перечень вопросов, выносимых на экзамен по ПМ

1. Классификация сварки металлов по физическим и техническим признакам.
2. Понятие о свариваемости металлов.
3. Сварочная дуга и ее разновидности.
4. Классификация сварочной дуги.

5. Статистическая вольтамперная характеристика и ее влияние на устойчивое горение дуги.
6. Перенос расплавленного металла сварочной ванны.
7. Общие сведения о сварочных трансформаторах.
8. Сварочные выпрямители.
9. Классификация сварных конструкций.
10. Классификация балок.
11. Технология производства сварных балок двутаврового сечения.
12. Особенности технологии изготовления решетчатых конструкций — ферм.
13. Изготовление конструкций оболочкового типа
14. Сборка сварных конструкций.
15. Технология сварки фермы.
16. Технология изготовления сварных труб и трубопроводов.
17. Подготовка и сборка труб под сварку.
18. Технология сварки труб.
19. Техника безопасности при слесарных работах.
20. Правила пользования спецодеждой
21. Классификация и назначение сборочно - сварочной оснастки
22. Виды сборочно-сварочных приспособлений.
23. Приемы и последовательность разметки металла.
24. Разделка кромок под сварку.
25. Предварительный подогрев металла. Способы подогрева кромок перед сваркой.
26. Правила наложения прихваток.
27. Разметка: техника разметки, приёмы разметки.
28. Подготовка свариваемых кромок к сборке. Выполнение скоса кромок.
29. Приспособление для сварки труб.
30. Контроль течей, классификация
31. Дефекты подготовки металла и сборки
32. Методы контроля сварных соединений
33. Внутренние и наружные дефекты сварных швов.
34. Контроль непроницаемости швов
35. Капиллярные методы контроля швов
36. Магнитопорошковый контроль
37. Магнитографический контроль
38. Радиационная дефектоскопия сварных швов
39. Ультразвуковая дефектоскопия сварных швов.
40. Вихретоковая дефектоскопия.

Эталоны ответов на вопросы

1. Классификация сварки металлов по физическим и техническим признакам.

Для сварки используют три формы энергии: термическую, термомеханическую и механическую; соответственно называются и классы сварки.

К термическому классу относятся виды сварки, осуществляемые плавлением, т. е. местным расплавлением соединяемых частей с использованием тепловой энергии.

Основными источниками теплоты при сварке плавлением являются сварочная дуга, газовое пламя, лучевые источники энергии и электрошлаковый процесс.

Источники теплоты характеризуются температурой и концентрацией, определяемой наименьшей площадью нагрева (пятно нагрева) и наибольшей плотностью тепловой энергии в пятне нагрева. Эти показатели определяют технологические свойства источников нагрева металла при сварке, наплавке и резке. Например, степень сосредоточенности теплоты в дуге в десятки раз, в плазме – в тысячи раз, в фотонном луче (при лазерной обработке) – в десятки тысяч раз выше, чем в газовом пламени.

Основные виды сварки термического класса – дуговая, газовая, электрошлаковая, электронно-лучевая, плазменная, лазерная, термитная и др.

Дуговая сварка– сварка плавлением, при которой нагрев осуществляется электрической дугой (рис. 1).

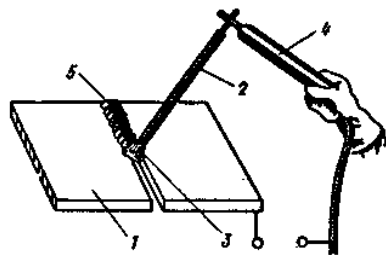


Рис.1. Ручная дуговая сварка покрытыми электродами: 1 – свариваемые детали; 2 – покрытый электрод; 3 – дуга; 4 – электрододержатель; 5 – шов

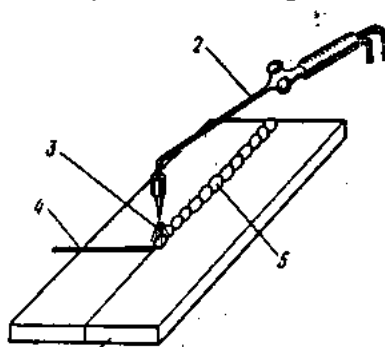


Рис.2. Газовая сварка: 1 – свариваемые детали; 2 – горелка; 3 – пламя сжигаемых газов; 4 – присадочная проволока; 5 – шов.

Разновидностью дуговой сварки является плазменная сварка, при которой нагрев производится сжатой дугой.

Газовая сварка– сварка плавлением, при которой кромки соединяемых частей нагревают пламенем газов, сжигаемых с помощью горелки для газовой сварки (рис. 2).

Электрошлаковая сварка–сварка плавлением, при которой для нагрева металла используется теплота, выделяющаяся при прохождении электрического тока через расплавленный электропроводный шлак (рис. 3).

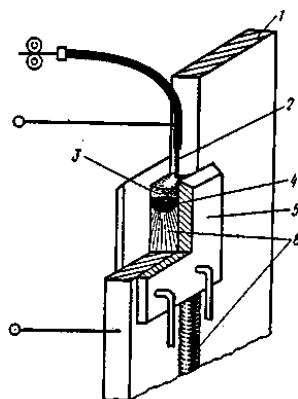


Рис.3. Электрошлаковая сварка:

1 – свариваемые детали; 2 – плавящийся электрод; 3 – ванна расплавленного электропроводного шлака (шлаковая ванна); 4 – ванна жидкого металла; 5 – формирующие шов медные ползуны; 6 – шов

При *электронно-лучевой сварке* для нагрева соединяемых частей используют энергию электронного луча. Теплота выделяется в результате бомбардировки зоны сварки направленным электронным потоком.

Местное расплавление соединяемых частей при лазерной сварке осуществляют энергией светового луча, полученного от оптического квантового генератора – лазера.

При *термитной сварке*, используют теплоту, образующуюся в результате сжигания термит-порошка, состоящего из смеси алюминия и оксида железа.

К термомеханическому классу относятся виды сварки, при которых используется тепловая энергия и давление – контактная, диффузионная, газопрессовая, дугопрессовая и др.

Основным видом термомеханического класса является *контактная сварка* – сварка с применением давления, при которой нагрев выполняют теплотой, выделяемой при прохождении электрического тока через находящиеся в контакте соединяемые части (рис.4).

Диффузионная сварка – сварка давлением, осуществляемая за счет взаимной диффузии атомов контактирующих поверхностей при относительно длительном воздействии повышенной температуры и незначительной пластической деформации (рис. 5).

При *прессовых видах* сварки соединяемые части могут нагреваться: теплотой пламени газов, сжигаемых на выходе сварочной горелки (газопрессовая сварка);

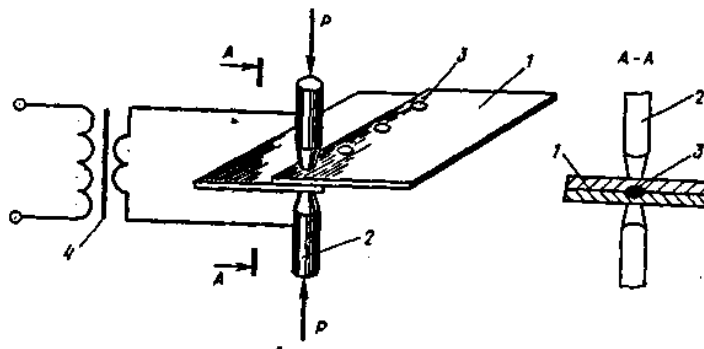


Рис. 4. Контактная точечная сварка 1 – свариваемые детали; 2 – электроды точечной сварочной машины; 3 – сварная точка; 4 – трансформатор

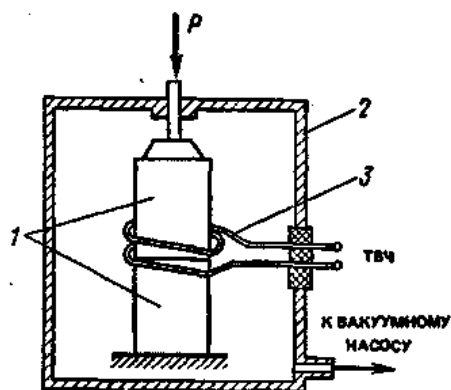


Рис. 5. Диффузионная сварка:

1 – свариваемые детали; 2 – вакуумная камера; 3 – индуктор для нагрева стыка деталей теплотой дуги (дугопрессовая сварка); теплотой, выделяемой при прохождении индукционного тока (индукции инопрессовая сварка); теплотой, выделяемой при сжигании термита (термитно-прессовая сварка) и др.

К механическому классу относятся виды сварки, осуществляемые с использованием механической энергии и давления: холодная, ультразвуковая, трением, взрывом и др.

Холодная сварка – сварка давлением при значительной пластической деформации без внешнего нагрева соединяемых частей (рис.6).

Ультразвуковая сварка – сварка давлением, выполняемая при воздействии ультразвуковых колебаний (рис.7).

Сварка трением – сварка давлением, при которой нагрев осуществляется трением, вызываемым вращением свариваемых частей друг относительно друга (рис. 8).

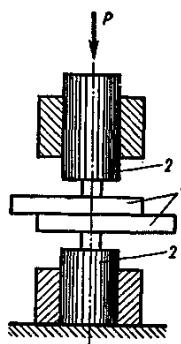


Рис.6. Холодная сварка:

1 – свариваемые детали; 2 – пуансоны

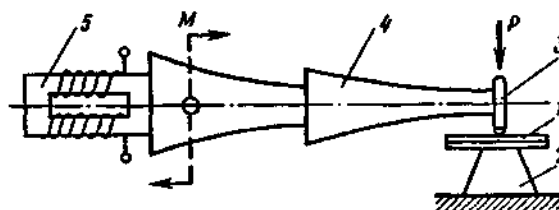


Рис.7. Ультразвуковая сварка: 1 – свариваемые детали; 2 – опора; 3 – наконечник; 4 – волновод; 5 – магнестрикционный преобразователь



Рис.8. Сварка трением: 1 – неподвижная свариваемая деталь;
2 – вращаемая свариваемая деталь

Сварка взрывом – сварка, при которой соединение осуществляется в результате вызванного взрывом соударения быстро движущихся частей.

К техническим признакам относятся: способ защиты металла в зоне сварки, непрерывность процесса и степень механизации сварки.

По способу защиты металла различают сварку в воздухе, вакууме, защитных газах, под флюсом, по флюсу, в пене и с комбинированной защитой. В качестве защитного газа могут применяться активные газы (углекислый, азот, водород, водяной пар и смеси активных газов), инертные газы (аргон, гелий и их смеси), а также смеси инертных и активных газов (например, углекислого газа и аргона).

Защита расплавленного металла в зоне сварки может быть струйной или в контролируемой атмосфере.

В зависимости от непрерывности процесса виды сварки бывают непрерывные и прерывистые; по степени механизации виды сварки подразделяются на ручные, механизированные и автоматические.

2. Понятие о свариваемости металлов.

Свариваемость металлов - их свойство, характеризующее способность образовывать при установленной технологии сварки соединение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и условиям эксплуатации изделия.

Физическая свариваемость - свойства конкретных металлов без каких-либо внешних условий образовывать сварное соединение на уровне межатомных связей.

Технологическая свариваемость - способность образовывать качественное соединение только при конкретных условиях и технологии сварки.

Физической свариваемостью обладают почти все однородные металлы, но величина этой свариваемости для различных металлов неодинакова.

Разнородные металлы, как правило, физической свариваемостью не обладают, поэтому их очень ограничено можно сваривать плавлением.

Свариваемость не является неизменным свойством металлов. Она зависит от:

1. состава металла и его физических свойств;
2. способа и режимов сварки;
3. состава присадочного материала, флюсов, покрытий электродов, защитного газа;
4. сопровождающих условий (предварительный, сопутствующий подогрев, термообработка);
5. формы и размеров изделий;
6. условий эксплуатации.

Основные показатели свариваемости металлов и сплавов

- 1 Чувствительность к тепловому воздействию сварки.
- 2 Сопротивляемость образованию горячих и холодных трещин.
- 3 Сопротивляемость образованию закалочных структур.
4. Окисляемость металлов в условиях сварки.

5. Чувствительность к образованию газовых пор.

6. Соответствие свойств сварочных соединений заданным эксплуатационным требованиям.

Классификация стали по свариваемости

Наибольшее влияние на свариваемость оказывает углерод. По мере его увеличения свариваемость ухудшается, так как больше проявляются:

- склонность к образованию горячих и холодных трещин;
- чувствительность к закалке;
- сложно обеспечить равное тепло в металле, и, как следствие,
- равнопрочность сваренного соединения.

В зависимости от содержания С, стали по свариваемости делят на 4 группы:

1 Хорошо свариваемые (до 0,25% С) - низкоуглеродистые - всё, низколегированные - те, в которых легирующие элементы не влияют на свариваемость [влияют на свариваемость следующие легирующие элементы - Мп, Сг (хром), Мо (молибден), V (ванадий), Ni, Си] - свариваются без образования закалочных структур и трещин, относительно лояльны к сварочному нагреву, не требуют специальных сварочных материалов и технологий сварки, не имеют ограничений по температуре окружающей среды, толщине свариваемых деталей, пространственному положению сварки. Параметры режима сварки могут регулироваться в широком диапазоне. Сварку можно проводить всеми видами и способами.

Удовлетворительно свариваемые (0,25-0,35%С) - среднеуглеродистые, низко легированные, имеющие легирующие элементы (0,25%), отдельные сределегированные, в которых нет легирующих элементов. Мало склонны к образованию трещин и закалочных структур при правильном выборе основных режимов сварки. Незначительно реагируют на сварочных нагрев, но в условиях пониженных температур окружающей среды могут перегреваться, поэтому в отдельных случаях требуют предварительного подогрева.

Ограничено свариваемые (0,35-0,45%С) - не склонны к образованию трещин. Возможность регулирования свариваемости изменением режимов сварки резко ограничена. Требуется предварительный и сопутствующий подогрев. Среднеуглеродистые и среднелегированные. Рекомендуются сварочные материалы подбирать с пониженным содержанием углерода, с большей пластичностью металла и с меньшим содержанием вредных примесей.

Плохо свариваемые (> 0,45%С) - очень склонны к закалке и образованию трещин. Требуют при сварке предварительный и сопутствующий подогрев и специальные технологические приемы. Как правило, сварка выполняется в один проход, на большой U скорости, без поперечных колебаний с минимально возможной короткой длиной дуги. После сварки требуется термообработка. Высокоуглеродистые (до 0,8% С), высоколегированные (в зависимости от степени легирования и легирующих элементов).

3. Сварочная дуга и ее разновидности.

Сварочная дуга— это мощный устойчивый электрический разряд в газовой среде между двумя электродами, или между электродами и изделием.

За счет сварочной дуги температура металла с высокой плотностью электрического напряжения быстро повышается, материал приобретает пластичность и достигает состояния, подходящего для последующей плавки.

Ее свойства отличаются высокой температурой и плотностью тока, благодаря которым она способна расплавлять металлы, имеющие температуру плавления выше 3000 градусов. Вообще можно сказать, что электрическая дуга – это проводник из газа, который преобразует электрическую энергию в тепловую.

Электрическим зарядом называется прохождение электрического тока через газовую среду.



Есть несколько видов электрического разряда:

- Тлеющий. Возникает в низком давлении, применяется в люминесцентных лампах и плазменных экранах;
- Искровой. Возникает, когда давление равно атмосферному, отличается прерывистой формой. Искровому разряду соответствует молния, также применяется для зажигания двигателей внутреннего сгорания;
- Дуговой. Применяется при сварке и для освещения. Отличается непрерывистой формой, возникает при атмосферном давлении;
- Коронный. Возникает, когда тело электрода шероховато и неоднородно, второй электрод может отсутствовать, то есть возникает струя. Применяется для очистки газов от пыли;

Природа сварочной дуги не так уж и сложна, как может показаться на первый взгляд. Электрический ток, проходя через катод, затем проникает в ионизированный газ, происходит разряд с ярким свечением и очень высокой температурой, поэтому температура электрической дуги может достигать 7000 – 10000 градусов.

После этого ток перетекает на обрабатываемый свариваемый материал. Так как температура настолько высока дуга выделяет вредное для человеческого организма ультрафиолетовое и инфракрасное излучения, оно может навредить глазам или оставить световые ожоги на коже, поэтому при проведении сварочного процесса необходима надлежащая защита.

Строение сварочной дуги представляет собой три главные области: анодная, катодная и столб дуги.

Виды сварочной дуги

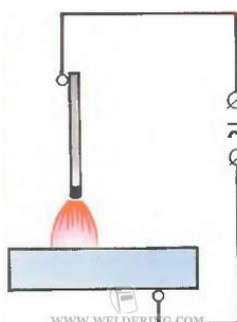
Разновидности дуги отличаются схемой подвода сварочного тока и средой, в которой они возникают, наиболее распространенными вариантами являются:

- Прямое действие. При таком способе сварочный располагается параллельно свариваемой металлической конструкции, и дуга возникает под углом девяносто градусов по отношению к электроду и металлу;
- Сварочная дуга косвенного действия. Возникает, когда используется два электрода, которые располагаются под углом 40-60 градусов к поверхности свариваемой детали, дуга возникает между электродами и сваривает металл;

4. Классификация сварочной дуги.

1. По принципу работы различают сварочные дуги:

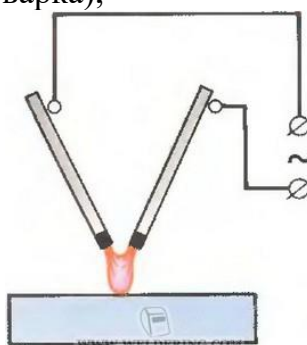
Прямого действия – это дуговой разряд, который происходит между электродом и деталью (изделием);



Дуговой разряд между электродом и изделием используется:

- при дуговой сварке покрытыми электродами
- при сварке неплавящимся электродом в защитных газах
- при сварке плавящимся электродом под флюсом или в защитных газах

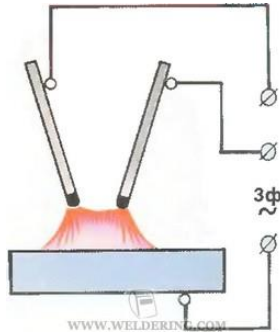
Косвенного действия называется дуговой разряд между двумя электродами (атомно-водородная сварка);



Дуговой разряд - между двумя электродами используется:

- при специальных видах сварки и атомно-водородной сварке и наплавке

Комбинированная называется сочетание дуги прямого и дуги косвенного действия.



Два дуговых разряда между электродами и изделием, а третий - между электродами

используется:

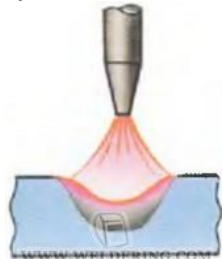
- при сварке спиралешовных труб на станках автоматической сварки под флюсом

2. По виду применяемого электрода

Дуга с плавящимся электродом

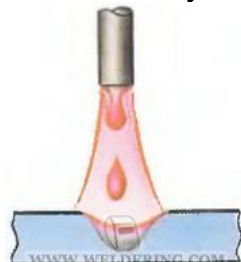


Дуга с неплавящимся электродом

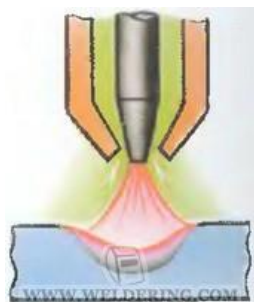


3. По степени сжатия

Свободная дуга



Сжатая дуга



4. По полярности постоянного тока

Прямая дуга



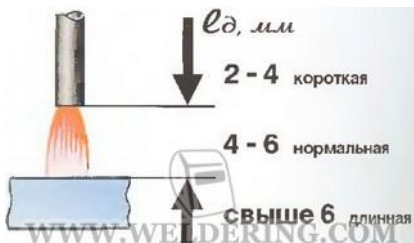
Обратная дуга



При обратной полярности температура на поверхности металла ниже.

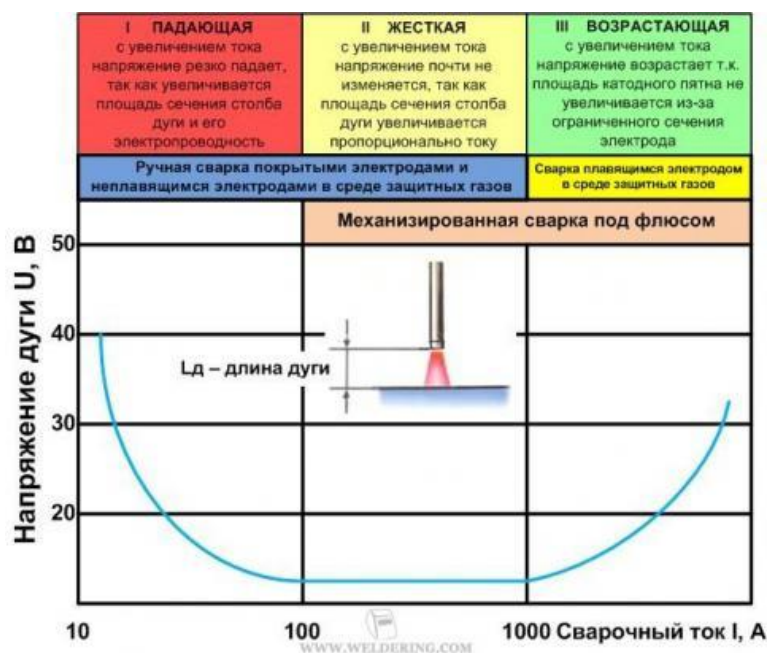
Используют при сварке тонкой или высоколегированной стали

5. По длине



5. Статистическая вольтамперная характеристика и ее влияние на устойчивое горение дуги.

Статическая вольт-амперная характеристика дуги показывает зависимость между установившимися значениями тока и напряжения дуги при постоянной ее длине.



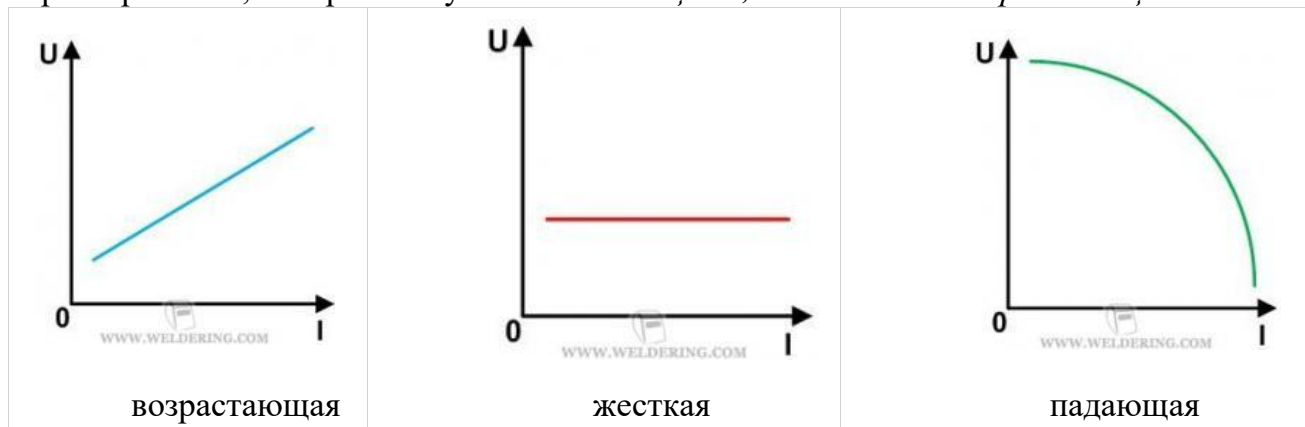
Характеристика имеет три области

Первая область I характеризуется резким падением напряжения U_d на дуге с увеличением тока сварки $I_{св}$. Такая характеристика называется падающей и вызвана тем, что при увеличении тока сварки происходит увеличение площади, а следовательно, и электропроводности столба дуги.

Во второй области II характеристики увеличения тока сварки не вызывают изменения напряжения дуги. Характеристика дуги на этом участке называется жесткой. Такое положение характеристики на этом участке происходит за счет увеличения сечения столба дуги, анодного и катодного пятен пропорционально величине сварочного тока. При этом плотность тока и падение напряжения на протяжении всего участка не зависят от изменения тока и остаются почти постоянными.

В третьей области III с увеличением сварочного тока возрастает напряжение на дуге U_d . Такая характеристика называется возрастающей. При работе на этой характеристике плотность тока на электроде увеличивается без увеличения катодного пятна, при этом возрастает сопротивление столба дуги и напряжение на дуге увеличивается.

Источники питания сварочной дуги имеют также свои вольт-амперные характеристики, которые могут быть *падающими, жесткими и возрастающими*.



Для стабильного горения дуги необходимо, чтобы было равенство между напряжениями и токами дуги (U_d, I_d) и источника питания (U_p, I_p).

Источники питания с *падающей и жесткой* характеристиками применяют при ручной дуговой сварке, с *возрастающей* характеристикой - при полуавтоматической сварке, с жесткой и *возрастающей* - при автоматической сварке под флюсом и для наплавки.

Устойчивое горение сварочной дуги возможно только в том случае, когда источник питания сварочной дуги поддерживает постоянным необходимое напряжение при протекании тока по сварочной цепи.

Работу сварочной цепи и дуги нужно рассматривать при наложении статической вольт-амперной характеристики (ВАХ) сварочной дуги на статическую вольт-амперную характеристику источника питания (называемую также внешней характеристикой источника питания).

Ручная электросварка обычно сопровождается значительными колебаниями длины дуги. При этом дуга должна гореть устойчиво, а ток дуги не должен сильно изменяться. Также часто требуется увеличить длину дуги, поэтому дуга должна иметь достаточный запас эластичности при удлинении, т. е. не обрываться.

Статическая характеристика сварочной дуги при ручной сварке обычно является жесткой, и отклонение тока при изменении длины дуги зависит только от типа внешней характеристики источника питания. При прочих равных условиях эластичность дуги тем выше, а отклонение тока дуги тем меньше, чем больше наклон внешней характеристики источника питания.

Поэтому для ручной электросварки применяются источники питания с *падающими внешними характеристиками*. Это дает возможность сварщику удлинять дугу, не опасаясь ее обрыва, или уменьшать длину дуги без чрезмерного увеличения тока. Также обеспечиваются высокая устойчивость горения дуги и ее эластичность, стабильный режим сварки, надежное первоначальное и повторное зажигание дуги благодаря повышенному напряжению холостого хода, ограниченный ток короткого замыкания.

6. Перенос расплавленного металла сварочной ванны.

При сварке плавящимся электродом на его конце под действием высокой температуры происходит плавление металла, образование капли, отрыв и перенос ее на изделие. В зависимости от размера и скорости образования капель можно различать капельный и струйный перенос (рис. 1). При ручной сварке в виде капель переносится до 95% электродного металла: остальные 5% - брызги и пары, значительная часть которых осаждается на изделии. Диаметр капель и скорость их образования зависят от вида дуговой сварки, диаметра электрода, силы тока, длины дуги и других условий.

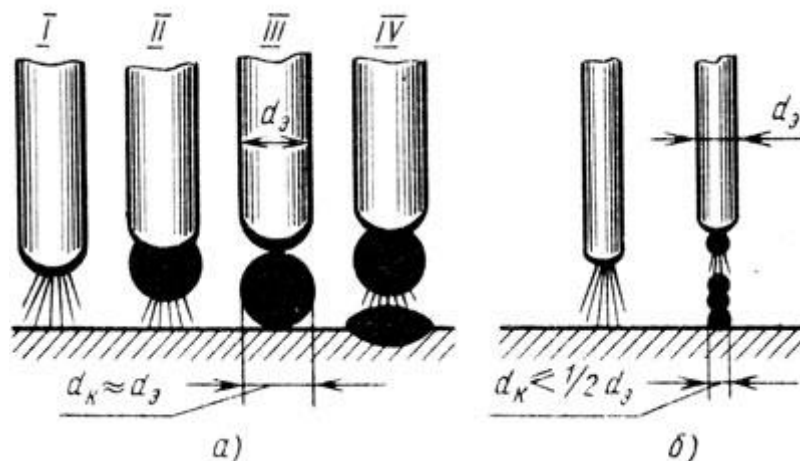


Рис. 1. Процесс переноса электродного металла на изделие при короткой дуге: а - крупнокапельный, б - струйный; I - IV - последовательные этапы процесса, d_k - диаметр капли, d_3 - диаметр электрода

Перенос металла каплями без замыкания ими дугового промежутка происходит при сварке штучными покрытыми электродами. В этом случае большинство капель заключено в оболочку из шлака, образовавшегося от плавления покрытия. Так же переносится металл электрода в шов при сварке порошковой проволокой и в защитном газе.

При струйном переносе образуются мелкие капли, которые следуют одна за другой в виде непрерывной цепочки (струи). Струйный перенос электродного металла возникает при сварке проволокой малого диаметра с большой плотностью тока. Например, при полуавтоматической сварке в аргоне проволокой диаметром 1,6 мм струйный перенос металла осуществляется при критическом токе 300 А. При сварке на токах ниже критического наблюдается капельный перенос металла. Обычно струйный перенос электродного металла приводит к меньшему выгоранию легирующих примесей в сварочной проволоке и к повышенной чистоте металла капель и шва. Скорость расплавления сварочной проволоки при этом увеличивается. Поэтому струйный перенос электродного металла имеет преимущества перед капельным. При сварке штучными электродами струйный перенос электродного металла невозможен ввиду низкой плотности тока на электроде (10 - 20 А/мм²).

7. Общие сведения о сварочных трансформаторах

Сварочные трансформаторы служат для выполнения электродуговой сварки и наплавки металла покрытыми электродами.

Они преобразуют получаемое от электрической сети переменное напряжение, понижая его до нужных значений.

Популярность трансформаторов обусловлена простотой конструкции, универсальностью, доступностью, высоким качеством соединения металлов.



Рис.1 Сварочный трансформатор.

Характерным отличием трансформатора от более совершенных аппаратов для РДС (выпрямителей и инверторов) является возможность получения исключительно переменного сварочного тока, что обуславливает его применение исключительно для работы с черными металлами.

Преимущества сварочных трансформаторов:

- Высокая надежность;
- Низкие требования к условиям эксплуатации;
- Хорошая ремонтпригодность;
- Невысокая стоимость обслуживания.

Недостатки сварочных трансформаторов:

- Значительные габариты и вес;
- Низкая стабильность дуги;
- Невысокий ПВ (около 10% в бытовых моделях);
- Сильная зависимость качества шва от квалификации сварщика;
- Высокое энергопотребление;
- Невозможность применения для сварки цветных металлов и сплавов.

8. Сварочные выпрямители

При выполнении сварочных работ необходимо обеспечить условия, способствующие образованию ровного, аккуратного, высокопрочного шва. Для этой цели предназначен сварочный выпрямитель, задачи которого – преобразовывать переменный ток в постоянный, снижать напряжение и повышать силу тока до оптимальных значений.

Устройство является преобразовательным блоком с возможностью регулировки силы тока (ампераж) и напряжения (вольтаж). На выходе сварочного выпрямителя есть провода с клеммами – плюсовой и минусовой. Один из них подключается к электроду, а другой контактирует с заготовкой. В результате замыкания цепи образуется электрическая дуга. Ее высокая температура позволяет расплавлять металлы и сваривать их.

Сварочный выпрямитель состоит из:

- трансформатора – узла, позволяющего регулировать напряжение. Сетевой ток проходит через трансформатор и преобразуется. В результате снижается силовая нагрузка;

- блока выпрямления, который состоит из набора полупроводников, преобразующий переменный ток в постоянный;
- регуляторов частотности и силы тока;
- накопителей – сглаживают импульсы.

Сварочные выпрямители применяются в работе при прямой и обратной полярности, с низкими и высокими токами. При выборе силовых параметров учитывается толщина заготовки, пластичность и тугоплавкость материала.

9. Классификация сварных конструкций.

Большое разнообразие сварных конструкций затрудняет их единую классификацию. Сварные конструкции можно классифицировать:

- по способу получения заготовок (листовые, литосварные, кованосварные, штампосварные);
- целевому назначению (вагонные, судовые, авиационные и др.);
- характерным особенностям их работы (балки, рамы, фермы, емкости, сосуды, работающие под давлением, трубы и трубопроводы, корпусные конструкции и т. п.).

Типы сварных конструкций.

Балки - конструктивные элементы, работающие в основном на поперечный изгиб; жестко соединенные между собой балки образуют рамные конструкции.

Колонны - элементы, работающие преимущественно на сжатие или сжатие с продольным изгибом.

Решетчатые конструкции - система стержней, соединенных в узлах таким образом, что они испытывают главным образом растяжение или сжатие; к решетчатым конструкциям относятся фермы, мачты, арматурные сетки и каркасы.

Конструкции, испытывающие избыточное давление - конструкции, к которым предъявляют требование герметичности соединений; к этому типу конструкций относятся различные емкости, сосуды и трубопроводы.

Корпусные транспортные конструкции - конструкции, подвергающиеся динамическим нагрузкам, поэтому к ним предъявляют требования высокой жесткости при минимальной массе (основные конструкции данного типа - корпуса судов, вагонов, кузова автомобилей).

Детали машин и аппаратов работают преимущественно при переменных, многократно повторяющихся нагрузках, поэтому характерным требованием для них является получение точных размеров, обеспечиваемое главным образом механической обработкой заготовок или готовых деталей (примерами таких конструкций являются станины, валы, колеса).

10. Классификация балок.

Одним из наиболее распространенных элементов стальных конструкций является балка или элемент, работающий на изгиб.

Балками называются элементы конструкций, работающие в основном на поперечный изгиб (в отдельных случаях они работают и на косоу изгиб или на кручение).

Балки являются наиболее распространенными элементами конструкций.

По статической схеме различают:

1. однопролетные (разрезные);

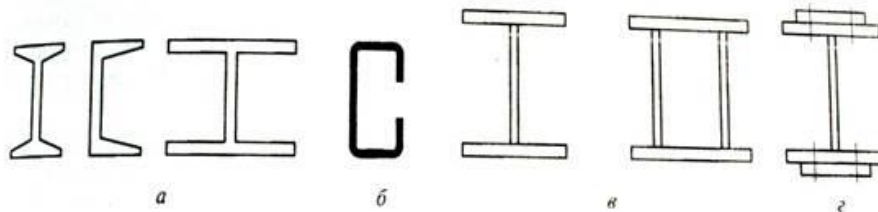
2. многопролетные (неразрезные);
3. консольные балки.

Разрезные балки проще неразрезных в изготовлении и монтаже, нечувствительны к различным осадкам опор, но уступают последним по расходу металла на 10...12%. Неразрезные балки разумно применять при надежных основаниях, когда нет опасности перегрузки балок вследствие резкой разницы в осадке опор. Консольные балки могут быть как разрезными, так и многопролетными. Консоли разгружают пролетные сечения балок и тем самым повышают экономические показатели последних.

По типу сечения балки могут быть:

1. Прокатными;
2. Составными: сварными, клепаными или болтовыми.

В строительстве наиболее часто применяют балки двутаврового сечения. Они удобны в компоновке, технологичны и экономичны по расходу металла.



Сечения балок:

а — прокатных; *б* — тонкостенных гнутых; *в* — составных сварных; *г* — сварных с усилением на высокопрочных болтах

11. Технология производства сварных балок двутаврового сечения.

Мелкие партии делают с применением электродуговой или аргоновой сварки в зависимости от марки металла, его способности свариваться.

Для изготовления сварных балок промышленным способом применяются специальные сварочные линии. Для защиты ванны расплава от окисления применяют флюсы.

Сварка балки в автоматическом режиме схожа с ручным изготовлением двутавра.

Основные технологические этапы:

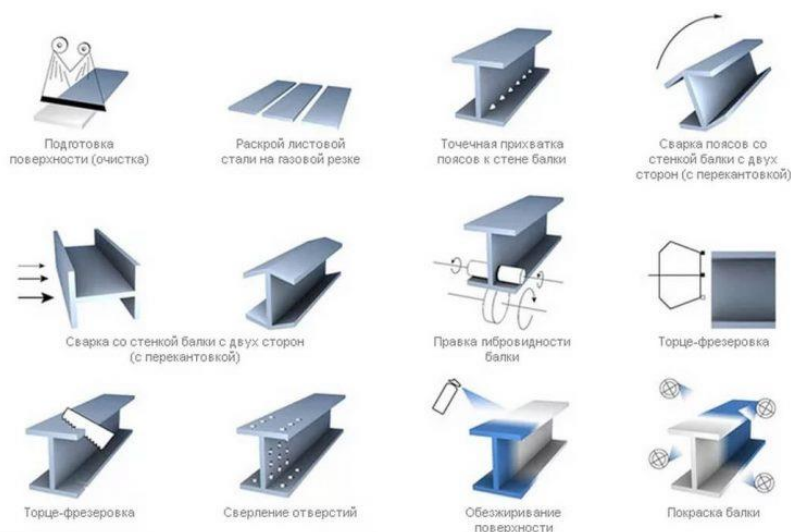
1. раскрой листового проката на полосы необходимой ширины на терморезке с программным управлением, средняя скорость раскроя 1 м/мин.

2. фрезерование торцов на торцефрезерных станках сокращает зазор стыка между стеной и полкой, улучшает качество сварки;

3. процесс сборки двутавра осуществляется с большой скоростью на специальном станке, ленты металла фиксируют прижимные приспособления с гидравлическими усилителями; сначала делается т-образный стык, затем присоединяется вторая стенка; такую конструкцию удобно сваривать;

4. сварные работы проводятся на автоматах портального типа двух видов: а) наклоненными электродами неглубоко проваривают сразу два шва; б) шов в «лодочку» создается поэтапно: сначала с одной стороны двутавровой перегородки, затем с другой; металл проваривается на большую глубину;

5. завершающий этап – правка двутавровой балки на специальных роликах, устраняются небольшие перекосы, возникшие во время сборки и сварки профиля.



Технология изготовления двутавровых балок

Производительность комплексных линий высокая, швы получаются прочные, процент брака невысокий.

Во время сварки двутавровой балки из-за несоблюдения технологии возникает кристаллизация стали от высокой температуры. Из-за расхождения по фазам в металле возникают внутренние напряжения. Снижается прочность и жесткость, увеличивается риск корродирования.

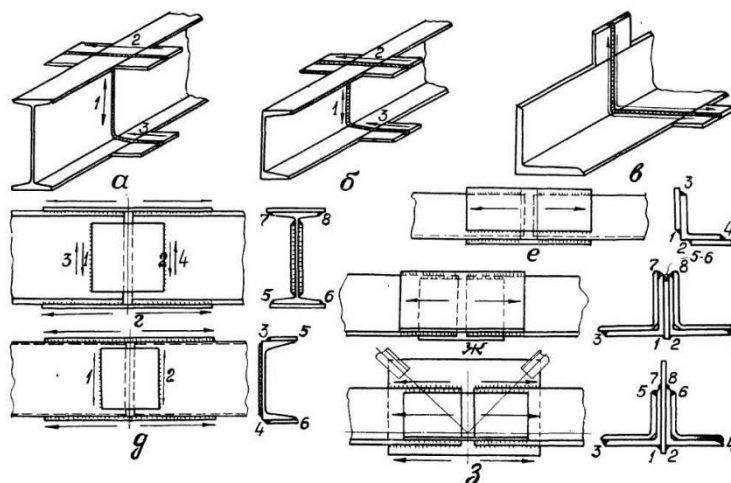
При сварке стальных листов возможны и другие дефекты:

- нарушение формы шва отклонение от формы наружных поверхностей или геометрии стыка;
- прожоги, когда расплав вытекает из ванны, образуются дырки в шве;
- подрезы – канавки вдоль границы соединения;
- трещины, образующие в местах разрыва шва;
- шлаковые или вольфрамовые включения в диффузионном слое, при высокой скорости сварки образуются тугоплавкие оксиды.

Металлоизделия с дефектами ненадежные, они не выдержат большой нагрузки на изгиб, кручение. Их отбраковывают и проваривают снова, если это возможно.

Сварка двутавровых балок между собой.

Монтаж балочных металлоконструкций предусматривает соединение двутавров встык или под углом. Для усиления соединений используют металлические накладки – прямоугольники, вырезанные из листового проката.



Сварка двутавров

а, б, в — встык; г, д, е, ж, з — накладками; → — направление сварки; 1—8 — очередность наложения швов.

Сварка балок встык проводится после обработки торцов. На них делают угловые скосы, чтобы шов хорошо проварился. Дополнительно на каждую из сторон стенок и обе полки обязательно крепят накладки, их приваривают для укрепления и защиты соединительного шва. При таком соединении несущая конструкция из двутавровых балок после сварки не снижается.

Под углом двутавры соединяют так, чтобы второстепенный опирался на главный. В верхней полке главного вырезают равнобедренный треугольник с вершиной в 90° . Его место займет аналогичная вставка второстепенного двутавра, срезы должны плотно прилегать друг к другу. Нижняя полка срезается на $\frac{1}{2}$ ширины так, чтобы срез упирался в полку главной двутавровой балки. Сварка проводится заподлицо. Усиливается соединение нижней накладкой.

Второстепенный швеллер приваривается к опорному двутавру под углом 90° . Сначала стыкуют верхнюю полку швеллера с балочной полкой, срезая их под углом 45° . Нижние полки соединяются так, чтобы швеллер упирался в стенку двутавровой балки, лишнее срезается. Затем наваривается нижняя укрепляющая накладка.

В горизонтальном положении сварку проводить легче. Продольная ось искривляется минимально. При вертикальной сварке возможен прогиб поперечин, поэтому проводят разметку всех ребер жесткости.

Накладки для сварки двутавра выкраиваются в форме ромба, размещаются симметрично продольной оси. Обвариваются косыми швами по всему периметру. Накладки концентрируют напряжение у швов, компенсируя изменившуюся после сварки форму сечения.

Двутавровые балки рассчитывают на большую нагрузку. При работе с ними необходимо придерживаться разработанной технологии. Она учитывает распределение усилий по направляющим. Качественно выполненные сопряжения — залог долгой эксплуатации металлоконструкций.

12. Особенности технологии изготовления решетчатых конструкций — ферм.

Общим для решетчатых конструкций является наличие в узлах соединений нескольких отдельных стержней того или иного сечения.

Решетчатые конструкции - система стержней, соединенных в узлах таким образом, что они испытывают главным образом растяжение или сжатие; к решетчатым конструкциям относятся фермы, мачты, арматурные сетки и каркасы

Фермы, как и балки, работают на поперечный изгиб. Конструктивные формы балок проще, однако, при достаточно больших пролетах применение ферм оказывается более экономичным.

Характерные схемы решеток ферм показаны на рис. 1. Треугольная (а) и раскосная (б) схемы являются основными.

Фермы, воспринимающие нагрузки по верхнему или нижнему поясу, с целью уменьшения длины панели изготавливают по схемам, изображенным на рис. 1, в, г. Иногда применяют без раскосные фермы с жесткими узлами (рис. 1, д). По очертанию поясов фермы могут быть с параллельными поясами или с поясами, образованными ломаной линией (рис. 1, е).

По назначению фермы разделяют на стропильные и мостовые.

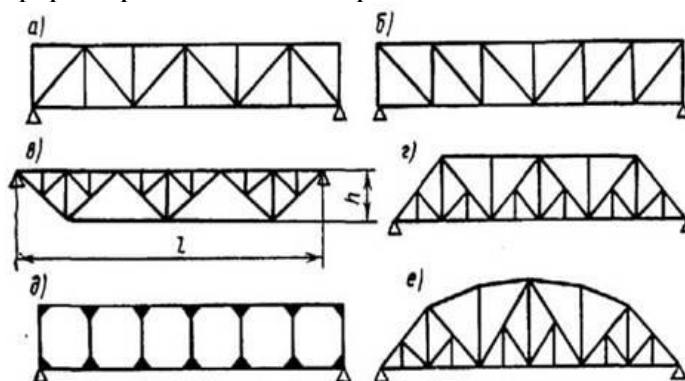


Рис 1 Схемы решеток а) – треугольная; б) – раскосная; в), г) – щпренгельная; д) – безраскосная; е) – с ломанным поясом

13. Изготовление конструкций оболочкового типа

Конструкции оболочкового типа собирают из листовых заготовок и сваривают герметичными швами. В зависимости от габаритных размеров, конструктивного оформления и характерных особенностей изготовления и эксплуатации оболочковые конструкции разделяют:

- - на негабаритные емкости и сооружения;
- - сосуды, работающие под давлением;
- - трубы и трубопроводы.

Емкости и сооружения имеют размеры, намного превышающие габарит подвижного железнодорожного состава. Такие изделия изготавливают на заводе по частям и отправляют на место монтажа отдельными секциями.

Примеры негабаритных емкостей приведены на рис. 1.

К негабаритным сооружениям относят, например, сооружения доменных комплексов, имеющие высоту 40 м и более. К ним предъявляют требования герметичности и прочности. Кожух доменной печи - несущая конструкция; его

собирают из листовых элементов толщиной до 60 мм и сваривают стыковыми соединениями. Диаметр кожуха может превышать 15 м. Воздухонагреватели, пылеуловители и скрубберы представляют собой цилиндрические сосуды диаметром 7-11 м со сферическими или коническими куполами. Их собирают и сваривают стыковыми соединениями из листовых элементов толщиной 10-20 мм.

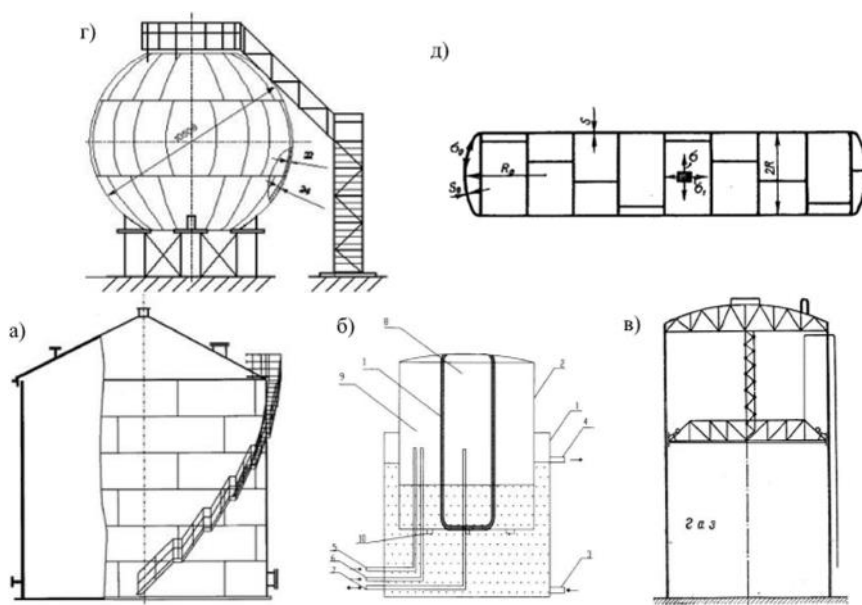


Рис. 1. Примеры негабаритных емкостей:

а - вертикальный цилиндрический резервуар; б - мокрый газгольдер; в - сухой газгольдер; г - сферический резервуар; д - газгольдер постоянного объема

14. Сборка сварных конструкций.

Сборка сварных конструкций представляет собой весьма ответственный и трудоемкий процесс. Хорошее качество сборки — первое и необходимое условие высокого качества сварки. При индивидуальном производстве сборка может занимать 30—50% общего времени изготовления сварной конструкции. При хорошем оснащении сборочных операций приспособлениями и кондукторами затраты времени на сборку сварных конструкций могут быть значительно уменьшены.

При выполнении сборочных операций необходимо:

- 1) точно выдерживать проектные размеры;
- 2) правильно и постоянно выдерживать зазоры;
- 3) точно располагать детали по отношению друг к другу в соответствии с проектом;
- 4) обеспечивать точное положение плоскостей собираемых элементов под углом их пересечения;
- 5) обеспечивать минимальный допуск на смещение поверхностей деталей стыковых соединений.

В зависимости от типа изделия устанавливают определенные технические требования на сборку. С точки зрения сварки требованием, входящим в технические условия, является обеспечение определенных конструктивных

параметров сварных соединений. Так, специфической особенностью при сборке деталей, соединяемых встык сваркой плавлением, является соблюдение определенных зазоров между свариваемыми кромками. Величина зазоров зависит от толщины соединяемых элементов и устанавливается нормативами или ГОСТом.

К разработанным технологическим процессам сборки и сварки должны быть приложены операционные, инструкционные и нормировочные карточки. Сборка сварных конструкций может осуществляться;

- 1) по разметке;
- 2) по контрольным отверстиям;
- 3) при помощи шаблонов, упоров, фиксаторов и специальных приспособлений (кондукторов), облегчающих сборочные операции.

Наиболее целесообразными видами сборки и сварки конструкций является сборка и сварка отдельных узлов, а затем сборка и сварка этих узлов в целую конструкцию в цехах или на монтаже. Узловая сборка и сварка дают возможность механизировать сборочно-сварочные операции, повысить качество сборочно-сварочных работ и производительность труда.

Преимущества узловой сборки:

- 1) возможность автоматизации сварочных работ, так как швы более доступны и кантовка узла значительно легче, чем кантовка всей конструкции;
- 2) детали свариваются в свободном состоянии и остаточные напряжения от поперечной усадки незначительны;
- 3) возможность создания поточных линий производства;
- 4) технологические недостатки сборочно-сварочных работ (деформации, напряжения и др.) могут быть легко исправлены в отдельных узлах и не создавать накопления этих недостатков в целой конструкции;
- 5) возможность механизации сборочных операций и поднятия культуры производства на более высокую ступень.

Дальнейшее развитие изготовления сварных конструкций требует создания механизированной оснастки сборочно-сварочных работ, повышения точности размеров узлов, которые в цехах и на монтаже соединяются в целую сварную конструкцию.

15. Технология сварки фермы.

Слово «ферма» происходит от латинского «firmus», что означает «прочный», поэтому уже по самому названию можно судить о высокой надежности, жесткости подобных конструкций.

Металлическая ферма – это жесткая конструкция, состоящая из раскосов и/или стоек, соединенных в узлы. Нагрузка на стойки распределяется равномерно. Верхний пояс фермы работает на сжатие по оси, а нижний – на растяжение.

Металлическая ферма представляет собой систему стержней, которые соединены друг с другом в узлах и формируют конструкцию, неизменяемую геометрически.

Металлические сварные фермы широко используют при строительстве промышленных и гражданских зданий, мостов, мачт, вышек и т.д. Это объясняется высокой прочностью и жесткостью ферм и небольшими затратами металла на их производство.

Технологический процесс сварки металлической фермы начинается с изготовления ее элементов: уголков, швеллеров, косынок по заданным чертежам. Изготовленные элементы фермы собирают на стеллаже или в стапелях и скрепляют короткими сварными швами. Если сборка велась на стеллаже, то затем по всей длине фермы устанавливают фиксирующие винтовые прижимы - фиксаторы, которые определяют геометрические размеры собранной фермы.

Собранную ферму снимают со стеллажа для сварки, а стеллаж с установленными на нем фиксаторами используют для сборки следующей фермы.

Последовательность наложения сварных швов при сварке фермы, собранной на прихватках, должна соответствовать технологии, предусматривающей получение минимальных короблений, допустимых без последующей рихтовки фермы.

Узлы фермы (рис. 1) сваривают последовательно - от середины фермы к опорным узлам. Сначала выполняют стыковые, а затем угловые швы. Если швы - разного сечения, то вначале накладывают швы с большим сечением, а затем - с меньшим.

Каждый элемент при сборке прихватывают швом длиной 30-40 мм. Близко расположенные швы нельзя выполнять сразу. Вначале дают остыть тому участку основного металла, где будет накладываться близко расположенный шов. Это снизит перегрев металла и пластические деформации.

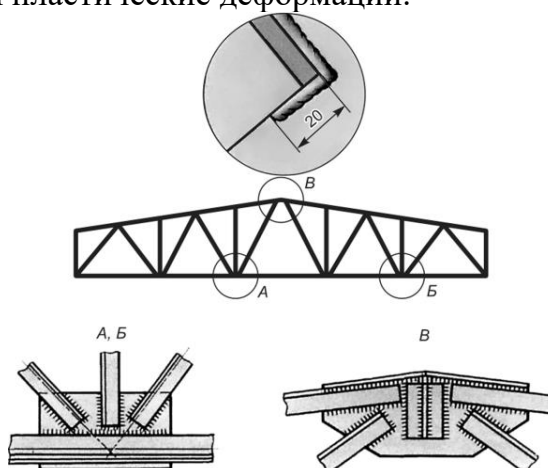


Рис. 1 Сварка фермы и ее узлов А, Б, В

Последовательность выполнения продольных швов показана на рис. 2.

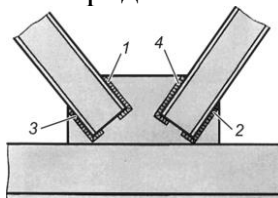


Рис. 2. Последовательность выполнения продольных швов

16. Технология изготовления сварных труб и трубопроводов.

На изготовление труб расходуют около 10% всего мирового производства стали, причем доля выпуска сварных труб составляет более половины всего их производства и продолжает возрастать. Трубы большого диаметра (более 500 мм) выпускаются только сварными.

Трубопроводов существует огромное количество, которые используются для перемещения разных материалов и рабочих жидкостей. Отталкиваясь от их предназначения, есть следующая классификация:

- технологические;
- магистральные;
- промышленные;
- трубопроводы газоснабжения;
- водяные;
- канализационные.

При изготовлении трубопровода применяются различные материалы – керамика, пластик, бетон и различные виды металлов.

Современные сварщики для стыковки труб используют три основных способа:

1. Механический осуществляется за счет взрывов в результате трения.
2. Термический, который осуществляется за счет плавления, например газовой сваркой, плазменной или электро-лучевой.
3. Термомеханический производится за счет магнитоуправляемой дуги посредством стыкового контактного метода.

В условиях крупносерийного производства, используя *различные методы сварки*, выпускают сварные трубы с внешним диаметром 6-1420 мм.

Трубы для магистральных трубопроводов выполняют дуговой сваркой под флюсом. Шов располагают либо по образующей, либо по спирали. Из-за ограниченной ширины листов прямошовные трубы диаметром до 820 мм сваривают одним продольным швом, при большем диаметре - двумя.

До того, как приступить к правильной сварке труб круглого сечения, необходимо предварительно обработать стыки и уточнить ряд нюансов. В первую очередь, диагностируют соответствие трубы определенным техническим характеристикам, которые предъявляются к монтируемой системе, в частности, к водопроводу.

Необходимо:

- соблюдать геометрические размеры;
- иметь сертификат качества, особенно если предстоит монтаж трубопровода для подачи питьевой воды;
- чтобы труба была идеально круглой формы, так как дефекты, приплюснутое или овальное сечение заготовки не допустимы;
- контролировать толщину стенок на всей протяженности трубы – она должна быть одинаковой;
- химического состава детали должен соответствовать требованиям ГОСТа – эта информация содержится в технической документации или выясняется в процессе лабораторных исследований.

В процессе подготовки необходимо выполнить следующие действия:

- проверить ровность среза на торце трубы, он должен составлять 90°;
- тщательно очистить свариваемый торец заготовки и 10-миллиметровую область вокруг него, пока не появится металлический блеск;
- удалить остатки масел, ржавчины, лакокрасочного покрытия с поверхности трубы, обезжирить торцы элемента.

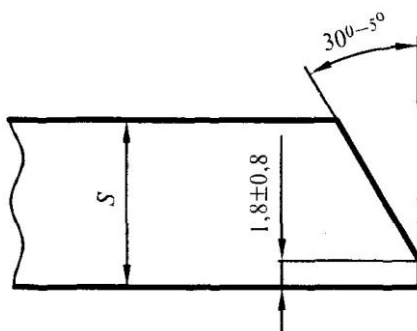
Кроме того, следует проследить за тем, чтобы торец имел правильную конфигурацию. Угол раскрытия кромки должен быть равным 65° , показатель притупления – 2 мм. Получить нужные параметры можно за счет дополнительной обработки.

Для этого используют фаскосниматели, торцеватели или шлифовальную машинку. Профессионалы, которые умеют правильно варить трубы большого диаметра, отдают предпочтение фрезерным станкам или газовым и плазменным резакам.

17. Подготовка и сборка труб под сварку.

Подготовка кромок под стандартную разделку выполняется механической обработкой или газовой резкой с последующей зачисткой шлифмашинкой.

Схема обработки кромки



Перед сборкой труб необходимо:

- очистить внутреннюю полость труб и деталей от фунта, фязи, снега и других зафязнений;
- очистить до металлического блеска кромки и прилегающие к ним внутреннюю и наружную поверхности труб, деталей газопроводов, пафубков, арматуру на ширину не менее 10 мм;
- проверить геометрические размеры кромок, выправить плавные вмятины на концах труб глубиной до 3,5% наружного диаметра трубы;
- очистить до чистого металла кромки и прилегающие к ним внутреннюю и наружную поверхности труб на ширину не менее 10 мм.

Концы труб, имеющие трещины, надрывы, забоины, задиры фасок глубиной более 5 мм, обрезают.

При температуре воздуха ниже минус 5°C правка концов фуб без их подогрева не рекомендуется.

Сборку стыков труб производят на инвентарных лежнях с использованием наружных или внутренних центраторов.

Допускаемое смещение кромок свариваемых фуб не должно превышать величины $0,155 + 0,5$ мм, где 5 — наименьшая из толщин стенок свариваемых труб.

Сварка стыков разнотолщинных фуб или труб с соединительными деталями допускается без специальной обработки кромок при толщине стенок менее 12,5 мм (если разность толщин не превышает 2,0 мм. Сварка фуб или труб с соединительными деталями и патрубками арматуры с большей разнотолщиной осуществляется стандартным переходом длиной не менее 250 мм.

При отсутствии стандартных переходов допускается производить на надземных и внутренних газопроводах низкого давления нахлест- точные соединения «фуба в трубе» размером $\ast/50 \times 40, 40 \times 32, 32 \times 25, 25 \times 20$ мм.

Сварка нахлесточных соединений производится в соответствии с ГОСТ 16037 с выполнением следующих требований:

- просвет между трубами, соединяемыми внахлест, не более 1—2 мм и равновелик по периметру;
- величина нахлеста по длине соединяемых труб не менее 3 см;
- на конце трубы меньшего диаметра выполняется фаска вовнутрь под углом не менее 45° на всю толщину стенки трубы;
- соединение свариваемых торцов после специальной подготовки (утонения) кромок изнутри или снаружи более толстостенного элемента с толщиной стенки S_3 до толщины S_2 свариваемого торца, которая не превышает 1,5 толщины менее толстостенного элемента S_1 .

18. Технология сварки труб.

Сварку стыков следует начинать сразу после прихватки. Время между окончанием выполнения прихваток и началом сварки стыков труб из низколегированных сталей не должно превышать 4 ч.

Непосредственно перед сваркой необходимо проверить состояние поверхности стыка и в случае необходимости зачистить его.

Сварку стыков из низколегированных сталей следует выполнять без перерывов в работе до полной заварки всего стыка. При вынужденных перерывах в работе допускается прекращение сварки при заполнении разделки до 70-80% толщины стенки трубы.

Во всех случаях многослойной сварки шов разбивают на участки с таким расчетом, чтобы стыки участков ("замки") в соседних слоях не совпадали, а были смещены один относительно другого, и каждый последующий участок перекрывал предыдущий. Величина смещения замков и перекрытия "а" должна быть (рис. 1) при ручной аргодуговой и электродуговой сварке 12-18 мм.

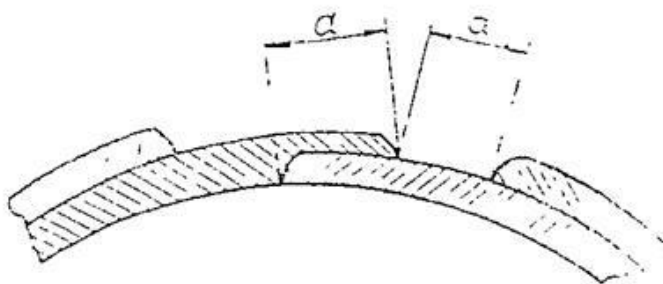


Рис. 1.Схема наложения замков шва

Ручную дуговую сварку выполняют наиболее короткой дугой. В процессе работы следует как можно реже обрывать дугу, чтобы не оставлять незаплавленных кратеров. Перед гашением дуги сварщик должен заплавить кратер путем постепенного отвода электрода и вывода дуги назад на 15-20 мм, на только что наложенный шов, последующее зажигание дуги производят на металле шва, на расстоянии 20-25 мм от его конца.

В процессе работы следует обращать особое внимание на обеспечение полного провара корня шва. После наплавки каждого валика необходимо полностью удалить шлак, дав ему остыть. При наличии на поверхности шва дефектов (трещин, подрезов, пористости и т.п.) дефектное место следует зачистить механическим способом до чистого металла и заварить вновь.

Сварные швы стыков должны иметь выпуклость (усиление) в указанных пределах (см. табл. 1).

Таблица 1

Толщина стенки трубы, мм	Выпуклость, мм
Менее 10	0,5-2,0
10-20	0,5-3,0
Свыше 20	0,5-4,0

19. Техника безопасности при слесарных работах

Слесарные работы выполняют главным образом на слесарных верстаках, которые должны отвечать следующим требованиям:

- верстак должен иметь жесткую и прочную конструкцию и быть устойчивым;
- рабочая поверхность должна быть строго горизонтальной и покрыта листовой сталью;
- на верстаке должен быть установлен защитный экран из органического стекла или металлической сетки с ячейками размером не более 3 мм. Экран обеспечивает защиту работающего от отлетающих частиц металла при выполнении таких операций, как, например, рубка зубилом;
- верстаки должны быть оборудованы светильниками местного освещения напряжением не более 220 В;
- слесарные тиски, устанавливаемые на верстаке, должны обеспечивать надежное закрепление обрабатываемой заготовки, для чего они снабжаются стальными сменными губками, имеющими перекрестную насечку на рабочей поверхности с шагом 2...3 мм и глубиной 0,5... 1,0 мм.

Ручной инструмент (молотки, чертилки, кернеры, зубила, крейцмейсели, напильники, шаберы, ножовки, ножницы, гаечные ключи и т.д.) для обеспечения безопасного применения должен отвечать следующим требованиям:

- рабочая поверхность молотков и кувалд должна быть гладкой (не допускается наличие трещин, сколов, выбоин, заусенцев);
- рукоятки молотков должны иметь в поперечном сечении овальную форму по всей длине, быть гладкими, без трещин;
- напильники, шаберы и отвертки должны иметь рукоятки, выполненные из дерева или полимерных материалов (использование этих инструментов без рукояток категорически запрещено);
- зубила, крейцмейсели, не должны иметь трещин, волосовин, сбитых и скошенных торцев, а их рабочая часть не должна иметь видимых повреждений. Работа зубилом, крейцмейселем должна выполняться с использованием защитных очков (зона обработки при этом должна быть защищена экраном из металлической сетки или органического стекла);

- рукоятки ручных ножниц для разрезания металла должны быть гладкими, без вмятин, зазубрин и заусенцев, а с их внутренней стороны должен быть предусмотрен упор, предотвращающий сдавливание пальцев руки;

- ручные рычажные ножницы должны быть надежно закреплены на верстаке и снабжены прижимами на верхнем подвижном ноже для обеспечения прижатия разрезаемого листа к поверхности нижнего неподвижного ножа и противовесом, обеспечивающим удержание верхнего ножа в безопасном положении.

Ручной электроинструмент должен подключаться к электрической сети напряжением не более 42 В. При работе с электроинструментом, подключенным к сети 220 В, обязательным является использование средств электрозащиты (резиновые коврики, диэлектрические перчатки и т.п.).

В случае обнаружения неисправностей электроинструмента работа с ним должна быть немедленно прекращена.

20. Правила пользования спецодеждой сварщика

Работа сварщиков относится к категории особо опасных. Трудовое законодательство предъявляет строгие требования к соблюдению безопасности при проведении сварочных работ. Важно знать, для чего нужна спецодежда сварщику.

Воздействие электрической дуги на кожу в течение 1-3 минут вызывает поражение кожи. Брызги плавящегося металла, искры могут стать причиной ожога.

Чтобы избежать получения таких видов травм, сотрудники должны использовать специальный защитный костюм и средства индивидуальной защиты.

Костюм сварщика должен быть устойчив к высоким температурам, прожиганию от попадания раскаленного металла, излучениям и деформации, также костюм должен иметь вентиляцию, защищающую сварщика от перегрева. Входящие в комплект перчатки, ботинки и маска, призваны максимально защитить глаза и кожу от попадания инфракрасных лучей. Соответственно сопутствующие элементы костюма также должны быть изготовлены из специализированного материала. Элементы комплекта спецодежды для сварщика

- Костюм
- Ботинки
- Очки со светофильтрами или маска
- Рукавицы
- Нарукавники
- Фартук

Костюм сварщика – это комплект, который состоит из брюк и куртки. Ткань, из которой шьют костюм, должна быть износостойкой и устойчивой к воздействию огня и различных жидкостей.

Ботинки сварщика – это специальная обувь из натуральной кожи, покрытая огнеупорным слоем, способным уберечь ноги от попадания раскаленного металла и излучения.

Маска сварщика является самым необходимым элементом в работе сварщика, она защищает самый уязвимый орган человека – глаза, как от механических повреждений, так и от опасных лучевых излучений (инфракрасных и ультрафиолетовых лучей).

21. Классификация и назначение сборочно - сварочной оснастки

Классификация сварочной оснастки

Сборочно-сварочная оснастка включает в себя достаточно большой перечень инструментов, поэтому классифицируется исходя из ряда признаков.

С точки зрения функционала и выполняемых задач вся сборочно-сварочная оснастка делится на:

- Сборочные устройства, используемые при сборке конструкций. При этом необходимые параметры изделия достигаются посредством закрепления отдельных деталей прихватами или съемными фиксаторами.

- Сварочные приспособления, необходимые непосредственно для сварочных операций на предварительно собранных и закрепленных конструкциях. Нужно учитывать, что в процессе используются сразу два первых вида приспособлений.

- Сборочно-сварочные устройства, позволяющие при помощи одной установки производить сразу сборку и сварку элементов изделия. Обычно такая оснастка позволяет отказаться от использования прихваток.

Оснастка для сварочных работ бывает:

1. Универсальная, то есть применяется при работе с конструкциями, имеющими отличные конструктивно-технологические особенности.

2. Специализированная и специальная, которая подходит только для обработки определенной группы изделий с одинаковыми конструктивно-технологическими характеристиками.

Отметим, что работа со специализированными устройствами позволяет увеличить точность и производительность всех операций, поэтому именно такую оснастку выбирают для оснащения крупносерийных производств.

По характеру работы и способу приведения в действие встречаются устройства:

- ручные, работа с которыми сопряжена с ручным трудом;
- механизированные, использующие один из существующих видов энергии: сжатый воздух, жидкость, электричество;
- автоматизированные, где электроэнергия используется как для запуска системы, так и для управления ею, при этом не требуются усилия со стороны специалиста – он отвечает только за настройку и пуск;
- быстросействующие, предполагающие минимальный расход вспомогательного времени;
- одно- и многопозиционные.

Также приспособления делят на переносные и стационарные (неподвижные, перемещающиеся, поворотные) в соответствии с их размерами и весом.

В среде специалистов сборочное оборудование принято делить на такие *основные группы:*

- Сборочные кондукторы. Это устройства, которые выглядят как плоская или пространственная рама либо плита, с закрепленными на ней установочными и зажимными элементами. Поскольку кондукторы используются для сборки и сварки изделий, их основание должно быть жестким и прочным, способным выдержать возникающие во время сварки усилия. Данное оборудование может быть поворотным или неповоротным.

- Сборочные стенды и установки для работы с крупными изделиями. Обычно это неподвижное основание, на котором размещаются установочные и зажимные элементы, также вся система дополняется передвижными или переносными устройствами. Для краткости сборочные кондукторы, стенды и установки принято обозначать как «сборочные устройства».

- УСП или универсальные сборно-разборные приспособления, которые включают в себя набор отдельных взаимозаменяемых стандартных элементов. Последние многократно используются для сборки различных типов изделий при опытном, единичном производстве и выпуске небольшими сериями. Элементы УСП отличаются от других видов оснастки Т-образными и шпоночными пазами, благодаря сочетанию которых достигается наиболее жесткое крепление самых разных по форме и размерам элементов.

- Переносные сборочные приспособления, то есть универсальные устройства, используемые для разнообразных изделий. Если речь идет о единичном производстве, то переносные приспособления используются сами по себе, без другого сборочного оборудования. При выпуске больших серий данное оборудование необходимо для сборки крупногабаритных изделий, используется оно вместе с передвижным и стационарным, в качестве дополнения к первым двум типам сборочных устройств.

22. Виды сборочно-сварочных приспособлений.

Сварочному процессу предшествует подготовка. Соединяемые заготовки нужно правильно выставить и зафиксировать. Порой это занимает очень много времени. Задача сильно упрощается, если использовать специальные приспособления. Они отличаются назначением и функционалом.

Все приспособления, которые применяются для удержания элементов, делятся на две группы в зависимости от функционала – *закрепляющие и установочные*. Наиболее практичны универсальные устройства, которые объединяет в себе обе эти функции.

Установочные

Оснастка данной категории предназначена для начальной установки элемента в нужном пространственном положении. Важно добиться именно того расположения, которое свойственно для готового изделия. Приспособления установочной группы отличаются по своему функционалу и конструктивному решению. Они делятся на подкасты: угольники, шаблоны, призмы и упоры.

Угольники необходимы для того, что установить элемент под нужным углом по отношению к сопряженной поверхности. Шаблонные угольники дают возможность установки детали под одним определенным углом – 30, 45, 60, 90 градусов или другим. Куда практичнее использовать универсальные аналоги, имеющие поворотные лучи. Они позволяют выбрать любой нужный угол для установки детали.

Шаблоны востребованы в том случае, когда нужно установить деталь будущей конструкции в стандартном положении по отношению к ранее сваренным деталям.

Призмы используются для фиксации цилиндрических элементов в predetermined пространственном положении. Вместо призмы можно

применять самую простую конструкцию, сделанную из двух сваренных между собою уголков.

Упоры требуются для фиксации элементов базы. Они бывают откидными, постоянными или съемными. Постоянным упором может быть любая распорка, платина или брусок из дерева или металла. Они привинчиваются или привариваются с целью правильного расположения одной из деталей конструкции и не убираются. Откидные или съемные упоры используются в случаях, когда их постоянное присутствие в конструкции недопустимо или обременительно.

Закрепляющие

Сварочные приспособления, которые применяются для фиксации детали в нужном положении уже после того, как она была выставлена. Крепеж нужен для того, чтобы исключить случайный сдвиг элемента (например, от соприкосновения с электродом) или же его деформацию в результате охлаждения. Закрепляющие устройства представлены большим ассортиментом. Сюда относятся струбцины, стяжки, зажимы, распорки и прижимы.

Струбцина представляет собой универсальный инструмент, который пригодится в большинстве случаев работы с металлом. Для сварщика это оснастка №1, без которой работать катастрофически неудобно и малопродуктивно. Особенно, если речь идет о сочленении заготовок небольшого размера. Существует различные варианты исполнения струбцин для сварочных работ, которые отличаются по форме и размеру. Они могут иметь постоянный или регулируемый зев. Особой популярностью пользуются быстрозажимные варианты, которые сжимаются посредством кулачкового механизма. Каждый сварщик должен иметь набор струбцин разной конфигурации, поскольку в его работе этот инструмент является незаменимым.

Зажимы по сравнению со струбцинами характеризуются большей приспособленностью и удобством использования. Детали фиксируются простым движением – сжатием и разжатием ручек зажимов. Размеры зева в большей части моделей регулируются при помощи винта, размещенного в ручке; перестановкой поворотного штифта или иным способом.

Прижимы бывают нескольких видов. Делятся они по принципу действия: рычажные, клиновые, винтовые, пружинные, эксцентриковые. Наибольшее распространение получили винтовые прижимы. Их можно изготовить самостоятельно. Это довольно примитивный самодельный механизм, представляющий собой две пластины с отверстиями, через которые продет винт. Соединяемые детали удерживаются пластинами, которые в свою очередь зажимаются винтом.

Клиновые зажимы использовать не всегда удобно. Там зажимаются детали при помощи клиньев, подкладок и скоб. Забиваются они молотком, на что требуется время.

Пружинная скоба работает за счет деформации сжатия. Для ее изготовления используется особый вид проволоки или листовой стали, обладающий пружинными свойствами.

В *эксцентриковых прижимах* основным элементом является смещенный кулачок. Проворачиваясь, он смещается относительно своей оси вращения, что можно использовать в том числе и для сжатия. Такой механизм удобен тем, что дает возможность зафиксировать заготовки одним движением. Но есть и весомый

изъян. Дело в том, что ход кулачка небольшой. Поэтому востребованы они намного меньше, нежели винтовые аналоги.

Стяжки идеально подходят в случае необходимости сближения кромок свариваемых заготовок, особенно, габаритных. Они имеют разный способ крепления к заготовкам и отличаются по длине. Стяжки нужного размера подбираются в зависимости от удаленности деталей и их сопротивляемости перемещению.

Распорки предназначены для выравнивания кромок заготовок, исправления деформации иного рода и придания плоскостям нужной конфигурации.

Многие перечисленные здесь приспособления можно изготовить самостоятельно. Изначально оснастке придается форма, которая наиболее часто востребована для соединения заготовок.

Установочно-закрепляющие приспособления

Самыми удобными для сварочных работ являются приспособления для решения комплекса небольших задач. Хорошо, когда при помощи одной оснастки можно выставить заготовку в нужное положение и надежно зафиксировать. В таком случае нет надобности заботиться о наличии большого количества вспомогательного инструмента. *Универсальные зажимные приспособления* позволяют быстро установить заготовки в нужном положении, зафиксировать их и приступить к сварочному процессу.

Выше изображены три самых распространенных приспособления, с помощью которых легко расположить и зафиксировать заготовки под углом 90 градусов. Некоторые виды оснасток позволяют работать сразу в двух плоскостях и размещать сразу три заготовки.

После того, как все элементы будут правильно расположены и зафиксированы, выполняются прихватки минимум в четырех точках, которые должны соединить полосу с двумя уголками. Формировать сварной шов сразу без прихваток не стоит, поскольку металл может увести в сторону и прямой угол уже не сохранится.

Приспособление для сварки труб

Сваривание торцов труб сварщикам выполнять приходится нередко. Есть приличное количество приспособлений, облегчающих сварку труб. Их применение положительно сказывается на качестве сварного соединения. Такие устройства принято называть *центраторами*. Они обеспечивают точное совпадение кромок свариваемых заготовок, тем самым способствуя более быстрому выполнению работы. В зависимости от конструктивного решения они бывают наружными или внутренними. Более востребованы *наружные центраторы*.

Для сварочных работ с трубами большого диаметра успешно используется *звеньевой центратор*. Называется он так потому что состоит из нескольких звеньев, соединенных при помощи шарниров. Они образуют замкнутый контур. Торцы двух соединяемых труб размещаются внутри данного приспособления. Они удерживаются специальными упорами, которые и центрируют их по отношению друг к другу.

Для домашнего использования больше подойдут струбицины-центраторы. Они предназначены для совмещения труб небольшого диаметра. К примеру модель CM151 рассчитана на работу с магистралями диаметром от 57 до 159 мм. А вот

струбцина-центратор ЦСЗ пригодится, если диаметр труб не выходит за пределы диапазона 10-70 мм.

Приспособления с магнитами

Очень удобно для позиционирования заготовок в сварочных работах использовать специальные магнитные приспособления для сварки. С их помощью легко соединять легко выставить детали и удерживать их в нужном положении сколь угодно долго, благодаря силе притяжения магнитов.

1. Магнитные угольники

Очень распространенные инструменты. На потребительском рынке они представлены в широком ассортименте – всевозможных размеров, форм, комплектаций и функционала. Некоторые модели просты и помогают выставить заготовки в каком-либо одном положении. Есть варианты с дополнительными крепежными элементами, а также с возможностью изменения угла размещения деталей. Такие устройства очень удобны в работе с листовым металлом, рамными конструкциями, стойками и т.п.

2. Универсальные приспособления

Есть и другие магнитные устройства, которые по сравнению с угольниками наделены большей функциональностью и возможностями. Одно из таких приспособлений называется MagTab. С его возможностями стоит ознакомиться более детально.

Сборочно-сварочные приспособления на магнитной основе просты и удобны в применении. Благодаря им, время на первичную сборку конструкции снижается в несколько раз. Вырастает не только скорость выполнения работы, но и качество сварочного соединения. Ведь уже на начальном этапе специалист видит собранную конструкцию такой, какой она должна быть после сварки.

23. Приемы и последовательность разметки металла.

Разметкой называется операция по перенесению формы и размеров изделия с чертежа на заготовку. Различают следующие разметки: плоскостная, пространственная и по образцу. Плоскостная разметка применяется в том случае, когда контуры деталей лежат в одной плоскости; при пространственной разметке линии наносят в нескольких плоскостях или на нескольких поверхностях.

Разметку классифицируют по способу нанесения:

- Ручная— используется ручной инструмент специалистами по слесарной обработке;

- Механизированная — выполняется с помощью станков.

И по месту нанесения:

- Поверхностная — наносится в рамках одной плоскости, то есть разметка не связана с линиями и точками других разметок в иных плоскостях;

- Пространственная — наносится в единой трехмерной системе координат. Выбор пространственной или поверхностной разметки влияет форма детали.

Способы нанесения разметки

Рассмотрим виды рисок и приемы нанесения.

Виды рисок

Разметочные линии могут иметь следующий вид:

- горизонтальные;
- вертикальные;

- наклонные;
- криволинейные.

Для каждого вида есть свои правила.

Прямые риски следует проводить хорошо заточенным режущим инструментом за один прием без отрыва от плоскости листа. Резец наклоняют в сторону от измерительного инструмента, чтобы не создавать погрешностей.

Параллельные прямые наносят с помощью угольника и линейки. Угольник перемещают вдоль опорной линейки на нужную длину. Если в плоскости листа уже есть отверстия, то для привязки линий используют центроискатель. Криволинейные линии лучше наносить после прямолинейных, так как это позволяет увеличить точность всей разметки. Дуги замыкают прямые линии, соблюдая гладкое сопряжение.

Для разметки наклонных линий используют разметочный транспортир с шарнирной линейкой, который закреплен в нулевой точке.

Для особо точной разметки могут применяться штангенциркули, которые позволяют наносить разметку с точностью до сотых долей миллиметра.

Использование кернов для нанесения рисок

Для повышения точности нанесения рисок допускается использовать керны. В этом случае в начале и конце линии ставят по одному отверстию. Такой способ позволяет визуально контролировать положение линейки во время нанесения линий.

Если риски получаются большой длины, то вспомогательные керны ставят через каждые 5-15 см. Если необходимо начертить окружность, ставят четыре керны на концах перпендикулярных диаметров.

При работе с уже обработанным изделием керны ставят только в начале и в конце разметочных линий. Если поверхность имеет чистовой вид, керны ставят на боковых поверхностях, куда продлевают и риски.

Приемы нанесения разметки

Перечислим наиболее распространенные приемы нанесения разметки.

1. По шаблону. Берется стальной лист, на котором размечают все керны и риски. Затем по этому листу через единожды размеченные прорезы и отверстия размечают всю партию. Если нужно обработать детали сложной формы, изготавливают несколько шаблонов для каждой плоскости. Этот метод используют на мелкосерийном производстве.

2. По образцу. В этом случае берется готовый образец, с которого переносят все размеры.

3. По месту. Этот метод применяют когда необходимо изготовить сложное многосоставное изделие. Заготовки размещают в том порядке, в котором они должны быть установлены в конечном изделии, поэтому размечаются они совместно.

4. Карандашом или маркером. Метод для работы с хрупкими заготовками, например, из алюминия. Маркер или карандаш не разрушат наружный защитный слой.

5. Точная. В этом случае используют измерительные и разметочные инструменты повышенной точности.

При этом несколько методов могут сочетаться друг с другом.

Рекомендации по нанесению разметки

Для проведения качественной разметки следует придерживаться следующих рекомендаций.

Чертеж — это основа. При разметке следует внимательно смотреть на чертеж, размечая детали в соответствии с ним.

Все разметочные инструменты должны быть в хорошем состоянии с отметками о контроле в метрологической службе. Важно корректно использовать инструмент и вспомогательный инвентарь. Например, использовать мерные калиброванные подкладки для выставления уровня, а не обычные подкладки. Точно устанавливать заготовки на разметочный стол или плазу. Неправильно установленная деталь приведет к перекосам разметки, нарушению параллельности и соосности.

Для разметки применяются следующие инструменты:

Чертилка— стержень из инструментальной стали, закаленный и остро заточенный; средняя часть его утолщена для удобства держания в руке. Другой конец чертилки отгибают под углом 90° и также остро затачивают; загнутый конец дает возможность вести разметку в труднодоступных местах. Иногда при разметке на хорошо обработанных поверхностях применяют чертилки из мягких материалов: например, чертилки из латуни — для разметки по стали, остро заточенный карандаш — для разметки латуни, алюминия, а также для драгоценных металлов. Чем острее заточена чертилка, тем тоньше разметочная линия и тем выше точность разметки.

Линейки— обычные стальные масштабные или со скошенными рабочими кромками, обеспечивающие большую точность разметки.

Угольники— обычные слесарные и с Т-образной полкой; последние более производительны и удобны в работе.

Штангенциркули применяют для измерения наружных и внутренних диаметров, длин, толщин, глубин и др. С большой точностью можно измерить наружные и внутренние размеры и глубины штангенциркулем ШЦ-1.

Разметочные циркули— для нанесения дуг и окружностей, деления отрезков на части, перенесения размеров и т. п. Часто применяются также штангенциркули с точностью 0,05 мм.

Кернеры— для закрепления разметочных линий путем накернивания и для наметки центров отверстий.

Молоток— для кернения весом 100—150 г.

24. Разделка кромок под сварку.

Среди важных подготовительных этапов сваривания металлических заготовок является и работа с кромками. В ряде случаев им необходимо придать определенную форму, сделать края косыми. Этот процесс называется *разделкой кромок*.

Подготовка такого плана необходима для создания прочного сварного соединения, способного выдержать большие механические нагрузки. *Суть работы* заключается в том, чтобы снять часть металла и создать небольшой скос под углом. Благодаря скошенным кромкам обеспечивается отличный провар по всей ширине заготовки. Помимо этого, электрод гарантировано доберется до корня сварного шва и хорошо его прогреет.

Способ разделки кромок под сварочные работы зависит от конструктивных параметров соединения:

- Угол скоса. На графических материалах и в документации обозначается литерой "β". Обозначает величину угла между торцом детали и скошенной поверхностью. Значение, как правило, находится в диапазоне от 10 до 30 градусов. При разделке только одной кромки угол может составлять и 45 градусов.

- **Угол разделки соединения.** В описании задания или на чертежах обозначается буквой " α ". Термин обозначает величину угла между уже подготовленными скосами. Если кромки обрабатывались одинаково, то значение равно удвоенной величине угла скоса. Логично предположить, что диапазон его значений находится в пределах от 20 до 60 градусов. Важно правильно выбрать угол раскрытия, чтобы обеспечить электроду доступ до корня шва. Только в таком случае обеспечивается хороший провар стыка.

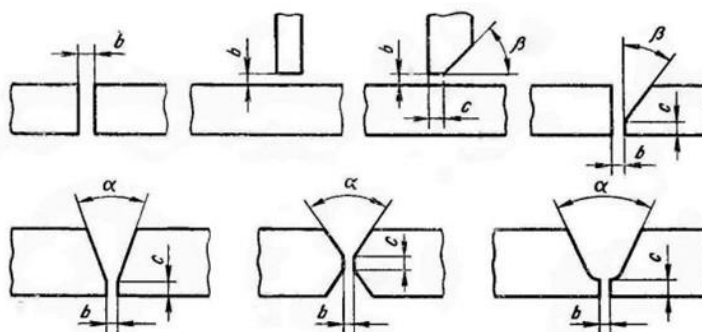
- **Притупление.** Маркируется буквой "С". Обозначение величины угла кромки, которая не подвергалась обработке. Она может иметь как прямой угол, так и острый. В последнем случае процесс сваривания заготовок будет затруднен. В тонкой части стыка не исключаются прожоги металла. Чтобы исправить ситуацию специалисты прибегают к так называемому затуплению кромок. Глубина обработки может достигать двух миллиметров.

- **Зазор.** Обозначается через символ "b". Информирован о величине зазора в корне стыка. Сам зазор необходим для того, чтобы обеспечить максимальный провар в корневой зоне. Как правило, его значение составляет порядка 1,5 мм. В зависимости от технических особенностей сварки величина может увеличиваться или уменьшаться.

- **Длина скоса.** В технической документации маркируется символом "L". Призвана обеспечивать плавность перехода от минимального значения скошенной части до толщины заготовок. Важно выбрать правильное значение параметра. Это позволяет устранить напряжение в данной области.

- **Высота и ширина.** Обозначаются привычными для таких параметров символами: "h" и "в" соответственно.

- **Катет шва.** Условное обозначение выражается через литеру "К". представляет собой минимальное расстояние от поверхности одной детали до противоположной границы сварочного шва.



Виды разделки кромок

Принятая классификация включает все известные сегодня способы разделки кромок свариваемых металлических заготовок. Выбор конкретного варианта базируется на таких параметрах: тип шва, используемая технология сварки, толщина стенок. Приведенные в классификации виды имеют свое название. Оно выражается в виде латинской буквы, на которую похож метод разделки. Три типа имеют прямолинейный скос и только один – криволинейный.

V-образная

Применяется наиболее часто. Популярность обусловлена простотой исполнения и универсальностью: подходит для разделывания металлических заготовок разной толщины в диапазоне от 3 до 26 мм. Способ требует разделок

обеих кромок. Величина угла составляет 60 градусов. Отлично подходит для тавровых, стыковых и угловых соединений.

Х-образная

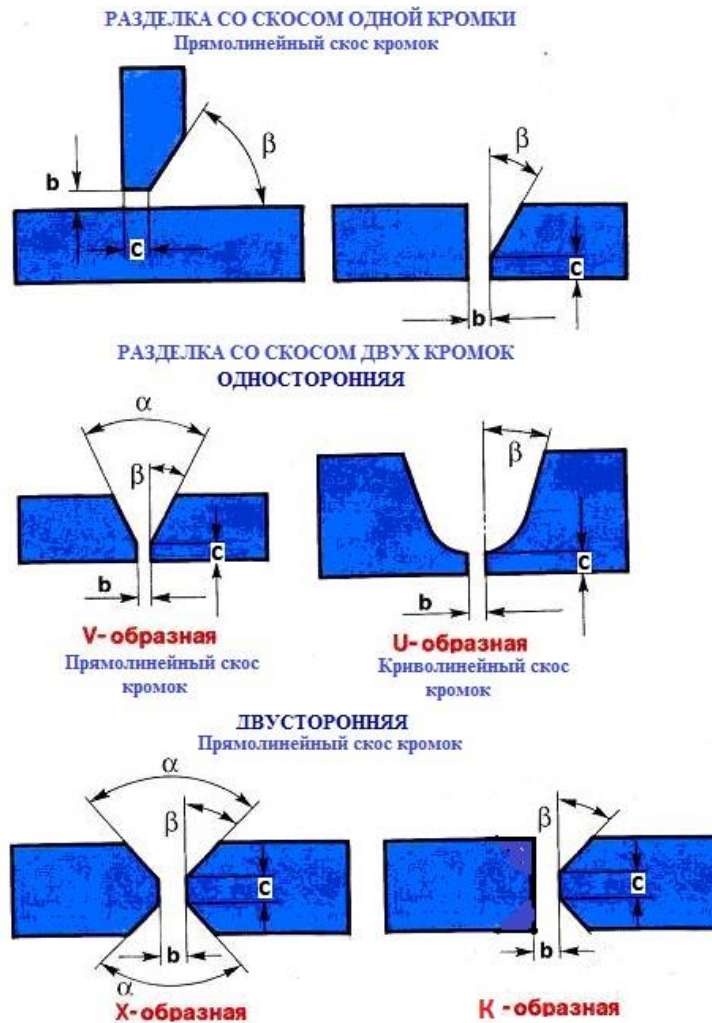
Тоже востребованный вариант подготовки кромок. Скосы делаются с обеих сторон. Отлично подходит для подготовки деталей с толщиной стенки от 12 до 60 миллиметров. Угол резки составляет 60 градусов. Сваривается в несколько проходов с каждой стороны, что позволяет снизить расход электродов на формирования шва. При нагреве возможна незначительная деформация.

К-образная

Способ используется очень редко. Кромки подготавливаются только на одной детали, но с обеих сторон. То есть, одна из кромок имеет прямую стенку, а другая – два скоса.

У-образная

Единственный вариант криволинейного скоса, который из-за своей формы еще называются «рюмочным». Именно из-за формы этот вариант разделки кромок является самым трудным. Выполняется с использованием специального оборудования – кромкорезов. Его применение может быть оправдано только в том случае, когда качество шва должно быть безупречным. Обе кромки подготавливаются с одной стороны и имеют идентичные зеркально обращенные скосы. Подходит для стенок в диапазоне толщин от 20 до 60 мм. Метод характеризуется небольшим расходом электродов.



Смещение кромок сварных стыковых соединений

Вовсе не обязательно, чтобы кромки были симметричны по форме и размещались строго параллельно. Допускается их смещение, но только в определенных рамках. Такие допуски регламентируются в нормативной документации. Величина смещения напрямую зависит от толщины соединяемых деталей.

Кромки для труб

Все, что касается сваривания трубопроводов, характеризуется повышенными требованиями к качеству и регламенты работ. Формирование швов на трубных магистралях является достаточно сложным и трудоемким процессом. Разделка кромок под сварку труб прописана в положениях ГОСТа 16037.

Большое внимание уделяется соблюдению перпендикулярность оси трубы по отношению к торцевой поверхности. Чтобы соблюсти требования, необходимо перед началом подготовки кромок обрезать трубу для получения прямого угла. Показатель угла раскрытия тоже варьируется в небольшом диапазоне значений: 60-70 градусов. Допускается притупление кромок на 2-2,5 мм. Обработка торцов возможна любым доступным способом – ручным, механическим, станочным, газовым резаком.

При сборке трубопроводных магистралей важно соблюсти соосность соединяемых элементов и точную стыковку поверхности. Не менее жесткие

требования предъявляются и к величине зазоров. Они должны укладываться в диапазон 2-3 мм. Чтобы исключить перекося элементов, зазор должен быть одинаков по всей окружности.

25. Предварительный подогрев металла. Способы подогрева кромок перед сваркой.

Сварка с подогревом металла имеет свои преимущества. Среди специалистов нагрев шва в околошовной зоне называется просто – предварительный нагрев. Чаще всего такой подход имеет место при изготовлении печей, резистивных нагревательных элементов, горелок и высокочастотных нагревательных элементов. Благодаря такому нагреву можно избежать появления холодных трещин на металле. Кроме того, он препятствует чрезмерному повышению твердости.

Преимуществами использования сварки с предварительным нагревом металла являются:

1. Устранение или уменьшение растрескивания материала, имеющего высокую влажность поверхности. Нагрев изделия убирает влагу, что снижает вероятность появления трещин.
2. Улучшение процессов расплавления металлов шва и их осаждения, происходящее при основной сварке.
3. Снижение напряжений материалов. Подогрев помогает равномерно расширяться и сжиматься металлам сварного соединения и изделия.
4. Повышение качества структуры шва. Предварительное нагревание металла замедляет последующее его охлаждение. Следовательно, соединение затвердевает более равномерно, улучшая механические свойства микроструктуры материала.

Существует несколько способов термической обработки изделий, которые определяются их дальнейшим применением:

- Предварительный подогрев – еще до начала сварки мастер задает минимальную температуру соединения. Получить эту информацию можно в WPS (спецификация сварки), где содержатся данные о температурном диапазоне.
- Подогрев между проходами – при ведении многопроходной сварки мастер должен максимально прогреть материал до начала нового этапа. Температура нагрева при этом не должна опускаться ниже минимального значения обработки, проведенной предварительно.
- Поддержание сварочной температуры, ниже которой не должна охлаждаться сварочная зона до окончания работ. Если процесс соединения останавливается, следует поддерживать тепло на указанном уровне.

26. Правила наложения прихваток

Прихватка – это процесс закрепления деталей при сборке под сварку при помощи коротких сварных швов, называемых прихваточными или «прихватками».

Во время сварки прихватка полностью проваривается либо убираются механическим способом. По этому признаку их можно разделить на два вида:

- временные – используются для закрепления деталей и в последствии удаляются; наносятся с обратной сварке стороны;

- остающиеся – являются частью основного шва и выполняются с полным проваром.

Последовательность выполнения швов различной длины:

Короткий и средний. Первая точка ставится в середине будущего шва, следующая слева от нее, затем справа. Продолжать надо попеременно с разных сторон на одинаковом удалении от предыдущей точки до тех пор, пока не будут прихвачены края.

Длинный. Последовательность противоположная предыдущему варианту. Сначала ставятся две точки по краям, затем прихватывается середина шва, после чего добавляются внутренние точки.

Кольцевой. Первая точка ставится произвольно, вторая напротив нее. Следующие две прихватываются с поворотом в 45 градусах от них. Таким образом конструкция получается приваренной крест на крест. Затем, между каждой точкой добавляется еще одна.

Длина зависит от протяженности соединения деталей. Распространенными принято считать прихватки длиной 10-50 мм, либо вообще точечные на коротких соединениях.

Протяженность соединения меньше 10 мм применяется для закрепления деталей из тонкой стали, толщина которой не превышает 3 мм и в процессе сборки мелких деталей, а также для предварительного и временного закрепления конструкции. При сварке труб длина равняется 2-5 толщин металла.

Количество прихваток определяет шаг или по-другому промежуток, через который располагаются точки. Влияет на него толщина и жесткость деталей, а также габариты и конфигурация самого свариваемого изделия.

Для разных материалов существуют свои стандарты. Например, для деталей из листового металла 0,5-4 мм шаг делается 30-60 мм (сварка плавлением) либо 50-150 мм (точечная сварка).

Количество зависит от размеров изделия. Труба диаметром 100 – 400 мм должна иметь 3-4 прихватки длиной 30-40 мм, в то время как при диаметре меньше 50 мм достаточно одной или двух длиной около 10 мм.

27. Разметка: техника разметки, приёмы разметки.

Разметка - это операция по нанесению на поверхность заготовки линий (рисок), определяющих контуры изготавливаемой детали, являющаяся частью некоторых технологических операций.

Плоскостную разметку применяют при обработке листового материала и профильного проката, а также деталей, на которые разметочные риски наносят в одной плоскости.

Разметочные линии наносят в такой последовательности: сначала проводят горизонтальные, затем - вертикальные, после этого - наклонные и последними - окружности, дуги и закругления. Вычерчивание дуг в последнюю очередь дает возможность проконтролировать точность расположения прямых рисок: если они нанесены точно, дуга замкнет их и сопряжения получатся плавными.

Прямые риски наносят *чертилкой*, которая должна быть наклонена в сторону от линейки и по направлению перемещения чертилки.

Риски ведут только один раз. При повторном проведении линий невозможно попасть точно в то же место, в результате получается несколько параллельных

риск. Если риска нанесена плохо, ее закрашивают, дают высохнуть и проводят вновь.

Перпендикулярные линии и параллельные риски (не в геометрических построениях) наносят при помощи *угольника*.

Отыскание центров окружностей осуществляют при помощи *центроискателей*.

Разметка углов и уклонов производится при помощи *транспортиров и угломеров*.

Для того чтобы разметочные риски были четко видны на размеченной поверхности, на них наносят точечные углубления - керны, которые наносятся специальным инструментом - *кернером*.

28. Подготовка свариваемых кромок к сборке. Выполнение скоса кромок.

Процессом разделки кромок под сварку подразумевают изменение геометрии стыка, его увеличивают с одной или двух сторон. Разделку выполняют с целью упрочнения соединения толстых деталей, проварить встык на всю глубину невозможно. Появляется доступ к центральной части шва, увеличивается размер ванны расплава.

Торцевые поверхности зачищают, убирают:

- загрязнения, снижающие качество соединений;
- оксидную тугоплавкую пленку;
- следы ржавчины;
- пятна маслянистых жидкостей, они приводят к браку.

С металла снимают слой до 2 мм.

Зачистка бывает двух видов:

- механическая заключается в обработке стальными щетками, наждачной бумагой, напильниками, абразивным инструментом (работы производят вручную или используя специальный инструмент);
- химическая проводится для растворения загрязнений и оксидной пленки, применяют органические растворители, кислоты.

Второй этап подготовки металла – разделочные операции, обеспечивающие доступ ко всей области стыка.

Стоит рассмотреть различные виды оформления торцов, зависит от толщины заготовки, физических свойств металла, способа сварки.

V-образная



V-образный скос

Самая популярная разделка, практикуется для всех видов сварки, пластин толще 3–5 мм. Заключается в симметричном скосе краев у одной и другой заготовки. Используются все существующие виды обработки.

X-образная



Х-образный скос

Такая разделка толстых пластин проводится при двухстороннем соединении. По сути – это два встречных V-образных соединения, металл проваривается на всю глубину. Образуется шов, способный работать под нагрузкой. Шов наплавляется слоями, валики образуются широкими. Рекомендованный угол скоса – 45 или 60° в зависимости от физических свойств заготовок. Для вязких нужен большой скос, текучие варят с наименьшим углом скоса.

Х- и К-образные скосы делают на заготовках толщиной от 12 до 40 мм. При ручной сварке стальных заготовок плавящимися электродами скашивают кромки свыше 5 мм, при односторонней или симметричной разделке совокупный угол должен быть не менее 60°, но не более 80°. Наклон влияет на прочность шва.

U-образная



U-образный скос

Края разделяют с одной или двух сторон. Сделать углубление правильной формы новичкам бывает сложно, для этого требуется практика. Особенностью такой разделки заготовок толщиной от 20 до 60 мм считают экономию расходных материалов, быстрый провар. При U-образном оформлении скоса образуется ровный шовный валик, зона термического влияния меньше, чем при V-образной разделке.

К-образная



К-образный скос

Этот способ оформления краев толстостенных деталей схож с X-образной разделкой. К-образная предусматривает скос кромок только одной из заготовок, метод применяется при двухсторонней сварке. Нужно учитывать, что деталь со скошенными гранями прогревается сильнее.

Способы обработки кромок

Обработку кромок под сварку проводят разными способами:

- вручную, используют зубило, напильник или наждачку;
- с использованием механизации: а) вращающиеся вокруг оси заготовки обтачивают на карусельном, расточном или токарном станке; б) для остальных деталей используют фрезерование, шлифовальный инструмент, строгальные станки, дробеструйное и пескоструйное оборудование; в) криволинейные края под сварку делают на специальных фрезероувальных станках или универсальных центрах;
- термическим способами: а) газовым резаком (газовая завершается ручной доводкой); б) плазмотроном, (плазменная обрезка кромок самая точная).

29. Приспособление для сварки труб

Сваривание торцов труб сварщикам выполнять приходится нередко. Есть приличное количество приспособлений, облегчающих сварку труб. Их применение положительно сказывается на качестве сварного соединения. Такие устройства принято называть *центраторами*. Они обеспечивают точное совпадение кромок свариваемых заготовок, тем самым способствуя более быстрому выполнению работы. В зависимости от конструктивного решения они бывают наружными или внутренними. Более востребованы *наружные центраторы*.

Для сварочных работ с трубами большого диаметра успешно используется *звеньевой центратор*. Называется он так потому что состоит из нескольких звеньев, соединенных при помощи шарниров. Они образуют замкнутый контур. Торцы двух соединяемых труб размещаются внутри данного приспособления. Они удерживаются специальными упорами, которые и центрируют их по отношению друг к другу.

Для домашнего использования больше подойдут струбицины-центраторы. Они предназначены для совмещения труб небольшого диаметра. К примеру модель СМ151 рассчитана на работу с магистралями диаметром от 57 до 159 мм. А вот струбицина-центратор ЦСЗ пригодится, если диаметр труб не выходит за пределы диапазона 10-70 мм.

30. Контроль течеисканием, классификация

Основным эксплуатационным требованием к конструкциям замкнутого типа (сосудам, трубопроводам) является герметичность (непроницаемость) их стенок и сварных соединений.

Герметичность — это способность конструкции ограничивать проникновение жидкости или газа сквозь ее элементы и через их соединения. Степень герметичности измеряется утечкой жидкости или газа в единицу времени.

Испытание конструкций на герметичность, или контроль течеисканием, выполняют с использованием пробных веществ (жидкостей или газов), которые легко проходят через сквозные дефекты и хорошо различаются визуально или с помощью приборов — течеискателей и других средств регистрации.

Контроль течеисканием позволяет обнаруживать в сварных соединениях и основном металле сварных узлов и конструкций следующие виды сквозных дефектов: трещины, непровары, поры, свищи, прожоги и др. Размеры сквозных дефектов ввиду невозможности измерения их линейных размеров условно оцениваются потоком пробного вещества, протекающего через дефект в единицу времени.

Согласно ГОСТ 18353 — 79 различают *капиллярные, компрессионные и вакуумный методы контроля течеисканием*. Все эти методы в зависимости от вида и способа индикации, используемого пробного вещества, применяемой аппаратуры и технологических особенностей имеют свои разновидности.

Выбор метода течеискания определяется степенью необходимой герметичности испытуемых объектов, направлением и значением нагрузки на оболочку и допустимыми к применению пробными веществами.

Желательно, чтобы направление и значение нагрузки при испытаниях герметичности совпадали с аналогичными характеристиками рабочей нагрузки объектов контроля.

31. Дефекты подготовки металла и сборки

Детали, изготавливаемые и собираемые под сварку, должны соответствовать чертежу. Неправильная подготовка и сборка деталей приводят к непроварам, нарушению формы и размеров изделий, дефектам формирования и т. д.

При подготовке под сварку могут образоваться следующие дефекты: несоответствие и непостоянство угла скоса кромок и величины притупления установленным требованиям, рванины, грубые неровности и загрязнение мест, подлежащих сварке.

Дефектами сборки являются: несоответствие и непостоянство величины зазора между кромками, превышения кромок, жесткое закрепление элементов.

Элементы, жестко закрепленные, не могут перемещаться при усадке металла шва, вследствие чего в сварных соединениях возникают собственные напряжения, вызывающие появление трещин.

Дефекты сборки могут появиться в результате несовершенства или плохого состояния сборочных или сборочно-сварочных приспособлений. При контроле качества сборки замеры должны быть выполнены металлическим инструментом (рулеткой, линейкой, угольником, щупом и т. п.) и шаблонами.

32. Методы контроля сварных соединений

Тот факт, что влияние дефектов на качество сварной металлоконструкции максимизирует риски разрушения изделий доказывать не нужно. Чтобы в процессе сваривания получать действительно надежные, прочные и выносливые конструкции, после завершения работ *должен проводиться контроль качества сварных соединений.*

Осуществляется контроль сварочных швов поэтапно:

- предварительный. Включает проверку марки металла, качества заготовок, кислорода, присадочной проволоки и других расходных материалов;
- контроль в ходе сварочных работ. Подразумевает постоянные проверки режима сварки, исправности оборудования, осмотр швов и измерение их специальными шаблонами. При выявлении отклонений от установленных стандартов сразу же можно провести удаление дефектов сварных соединений;
- контроль готовой конструкции. Внешние дефекты можно увидеть при обычном осмотре. При необходимости стыки проверяются на плотность, а также подвергаются другим испытаниям.

Все методы контроля сварных соединений разделяются на две группы – разрушающие и неразрушающие. Как правило для выявления дефектов применяются неразрушающие методы, к которым принадлежат:

- внешний осмотр;
- ультразвуковая дефектоскопия;
- магнитный контроль;
- цветная дефектоскопия;
- радиационная дефектоскопия;
- капиллярная дефектоскопия;

- контроль стыков на проницаемость и другие методы обнаружения дефектов сварных соединений.

Методы разрушающего контроля подразумевают испытания отобранных образцов и применяются в основном при необходимости получить параметры сварного шва и зоны термического влияния. Контроль осуществляется химическим анализом, механическими и металлографическими испытаниями.

33. Внутренние и наружные дефекты сварных швов

Образование *внутренних дефектов* при сварке связано с металлургическими, термическими и гидродинамическими явлениями, происходящими при формировании сварного шва.

К внутренним дефектам относятся трещины (горячие и холодные), непровары, поры, шлаковые вольфрамовые и окисные включения. Эти шесть основных видов дефектов следует различать в соответствии с ГОСТ 23055—78. Они также совпадают с основными группами дефектов согласно рекомендациям СЭВ по стандартизации РС 2192—82.

Трещины — дефекты сварных швов, представляющие собой макроскопические и микроскопические межкристаллические разрушения, образующие полости с очень малым начальным раскрытием. Под действием остаточных и рабочих напряжений трещины могут распространяться с высокими скоростями. Поэтому вызванные ими хрупкие разрушения происходят почти мгновенно и очень опасны.

В зависимости от температуры, при которой происходит их возникновение, различают горячие и холодные трещины.

Горячие трещины представляют собой разрушения кристаллизующегося металла, происходящие по жидким прослойкам под действием растягивающих напряжений. Эти напряжения появляются вследствие несвободной усадки металла шва и примыкающих к нему неравномерно нагретых участков основного металла.

Образование горячих трещин связано с совокупным действием двух факторов. По мере кристаллизации сокращается количество жидкой фазы, что приводит к уменьшению деформационной способности сплава. Кроме того, в температурном интервале хрупкости (ТИХ) пластические свойства сплава наиболее низки. Кристаллизационные трещины образуются, если пластическая деформация за время пребывания металла в ТИХ превзойдет пластичность сплава в этом интервале температур.

Характерным для горячих трещин является межкристаллитный вид разрушения, развивающегося по границам зерен при наличии между ними жидкой прослойки или за счет межзеренного проскальзывания, происходящего при повышенных температурах после окончания процесса кристаллизации.

Горячие трещины могут возникать как в основном металле, так и в металле зоны термического влияния. Они могут быть продольными, поперечными, продольными с поперечными ответвлениями, могут выходить на поверхность или оставаться скрытыми. Вероятность образования горячих трещин зависит от химического состава металла шва, скорости нарастания и величины растягивающих напряжений, формы сварочной ванны и шва, размера первичных кристаллитов. Она увеличивается с повышением содержания в металле шва углерода, кремния, никеля, вредных примесей серы и фосфора. Повышению

стойкости сварных швов, образованию горячих трещин способствуют марганец, хром и отчасти кислород, а также снижение величины и скорости нарастания растягивающих напряжений, что достигается уменьшением жесткости узлов, применением способа сварки с оптимальным термическим циклом, например, сварки с ППМ (крупка), использованием специальных технологических приемов, таких как предварительный подогрев и т.п. Влияние коэффициента формы шва на вероятность образования горячих трещин не однозначно. При значениях коэффициента формы шва менее 1,8 и более 10 сопротивляемость возникновению горячих трещин понижается даже при относительно невысоком содержании углерода.

Холодные трещины образуются чаще всего в зоне термического влияния, реже в металле шва сварных соединений среднелегированных и высоколегированных сталей перлитного и мартенситного классов. Появление холодных трещин объясняют действием комплекса причин. Одна из них — влияние высоких внутренних напряжений, возникающих в связи с объемным эффектом, сопутствующим мартенситному превращению, происходящему в условиях снижения пластичности металла. Поэтому холодные трещины наблюдаются как при температурах распада остаточного аустенита (120 °С и ниже), так и при комнатной температуре через несколько минут, часов, а иногда и через более длительное время после окончания сварки. Высокие внутренние напряжения могут также развиваться вследствие адсорбции растворенного в металле водорода на поверхностях внутренних дефектов и накопления его в микронесплошностях. Возникновение холодных трещин связывают также с замедленным разрушением металла под действием напряжений, которые согласно схеме Зинера накапливаются по границам зерен, перпендикулярным направлению действия нормальных напряжений.

Непровары — это участки сварного соединения, где отсутствует сплавление между свариваемыми деталями, например, в корне шва, между основным и наплавленным металлом (по кромке) или между смежными слоями наплавленного металла.

Поверхности непроваров обычно покрыты тонкими окисными пленками и другими загрязнениями. Очень часто полости, образованные непроварами, заполняются шлаком. Окончания непроваров в металле шва

или на границе сплавления, как правило, имеют очень малое раскрытие. Непровары уменьшают рабочее сечение сварного шва, что может привести к снижению работоспособности сварного соединения. Являясь концентраторами напряжений непровары могут вызвать появление трещин, уменьшить коррозионную стойкость сварного соединения, привести к коррозионному растрескиванию.

Непровары могут быть вызваны многими причинами: малым углом раскрытия кромок, малым зазором, большим притуплением при недостаточной силе тока; большой скоростью сварки; смещением электрода от оси шва, особенно при сварке двухсторонних швов; плохой очисткой шлака перед наложением последующих слоев; излишним количеством ППМ при недостаточной силе тока при большой скорости сварки; низкой квалификацией сварщика.

Непровар является очень опасным дефектом сварки.

Поры — это полости в металле шва, заполненные газами. Обычно они имеют сферическую или близкую к ней форму. В сварных швах углеродистых сталей норм зачастую имеют трубчатую форму. Первоначально, возникнув в жидком металле шва за счет интенсивного газообразования, по все пузырьки газа успевают подняться на поверхность и выйти в атмосферу. Часть из них остается в металле шва. Размеры таких пор колеблются от микроскопических, до 2...3 мм в диаметре, и за счет диффузии газов (в первую очередь, водорода) могут расти. Образуются раковины (полости неправильной формы и больших, чем поры размеров), а также свищи, выходящие на поверхность. Кроме одиночных пор, вызванных действием случайных факторов, в сварных швах могут появляться поры, равномерно распределенные по всему сечению шва, расположенные в виде цепочек или отдельных скопления.

К основным причинам, вызывающим появление пор, относятся: плохая очистка свариваемых кромок от ржавчины масел и различных загрязнений; повышенное содержание углерода в основном или присадочном металле большая скорость сварки, при которой не успевает пройти газы выделенные и поры остаются в металле шва: большая влажность электродных покрытий, флюса, сварка при плохой погоде.

Шлаковые включения — это полости в металле сварного шва, заполненные шлаками, не успевающими всплыть на поверхность шва. Шлаковые включения образуются при больших скоростях сварки, при сильном загрязнении кромок и при многослойной сварке в случаях плохой очистки от шлака поверхности швов между слоями. Размеры шлаковых включений могут достигать нескольких миллиметров в поперечном сечении и десятков и более миллиметров по протяженности. Форма шлаковых включений может быть самой разнообразной, вследствие чего они являются более опасными дефектами, чем округлые поры.

Вольфрамовые включения могут появляться в металле сварного шва при аргонодуговой сварке неплавящимся электродом, например, алюминиевых сплавов, в которых вольфрам не растворим. Частицы вольфрама, попадающие вследствие нестабильности режима в расплавленную сварочную ванну, обычно погружаются в нее из-за большой плотности. На рентгеновских снимках вольфрамовые включения выглядят как ясно видимые светлые пятна неправильной формы, располагающиеся изолированно или группами.

Окисные включения — могут возникать в металле сварных швов при наличии труднорастворимых окислов, например Al_2O_3 при больших скоростях кристаллизации шва. Располагаясь в виде пленок, они образуют в металле шва несплошности с малым раскрытием и их неблагоприятное воздействие на механические свойства сварных швов может быть более сильным, чем пор и шлаковых включений

Наружные дефекты

К наружным дефектам относятся: нарушение формы шва; подрез; наплав; прожог; кратер; свищ.

Нарушение формы шва — отклонение формы наружных поверхностей сварного шва или геометрии соединения от установленного значения. Такой дефект может быть выражен в виде: неравномерной ширины шва по его длине; неравномерной выпуклости поперечного сечения шва; вогнутости обратной стороны шва; усадочной канавки в виде подреза со стороны корня шва;

неравномерном катете углового шва; не полностью заполненной разделки кромок, превышения проплава; линейных или угловых смещений между свариваемыми элементами.

Подрезы - дефекты сварного соединения, представляющие собой местные уменьшения толщины основного металла в виде канавок, располагающихся вдоль границ сварного шва. Подрезы относятся к наиболее часто встречающимся наружным дефектам, образующимся чаще всего при сварке угловых швов с излишне высоким напряжением дуги и в случае неточного ведения электрода. Одна из кромок проплавляется более глубоко, металл стекает на горизонтально расположенную деталь и его не хватает для заполнения вертикальной стенки сварного соединения.

В стыковых швах подрезы образуются реже. Обычно при повышенном напряжении дуги и большой скорости сварки образуются двусторонние подрезы. Такие же подрезы образуются в случае увеличения угла разделки при автоматической сварке (не полностью заполненная разделка кромок). Односторонний подрез на наружной поверхности валика может быть образован при смещении электрода от оси стыка, а также из-за неправильного ведения электрода при сварке горизонтальных швов на вертикальной плоскости.

Наплав – избыток наплавленного металла сварного шва, натекающий на поверхность основного металла, но не сплавленный с ним. Наплав может образовываться из-за недостаточного напряжения дуги, наличия на свариваемых кромках слоя окалины или окислов, а также из-за чрезмерно большого количества присадочного металла не успевающего переплавиться главным образом с поверхностным слоем основного металла. В кольцевых поворотных стыковых швах вызывается неправильным расположением электрода относительно зенита, обычно смещением электрода в сторону, противоположную вращения изделия.

Прожоги – вытекание металла сварочной ванны, в результате которого образуется сквозное отверстие в сварном шве. Причиной возникновения прожога может служить большая сила сварочного тока, увеличение зазора между кромками, недостаточная толщина подкладного элемента или его неплотное прилегание. При сварке поворотных кольцевых швов появлению прожогов способствует смещение электрода от зенита в сторону вращения изделия, что вызывает стекание жидкого металла из-под конца электрода и более активное прожигающее воздействие дуги.

Кратер – усадочная раковина, не заваренная до или во время выполнения последующих проходов. Такого рода дефект представляет собой участок сварного шва в виде углубления, остающегося в месте обрыва дуги или в местах начала и окончания сварки. Усадочные рыхлоты в кратерах служат очагом образования трещин. В случае механизированных видов сварки применяют выводные планки.

Свищи – трубчатая полость в металле сварного шва, вызванная выделением газа. Форма и положение свища определяются режимом затвердевания и источником газа. Обычно свищи группируются в скопления и распределяются елочкой или цепочкой.

34. Контроль непроницаемости швов

Контроль швов на непроницаемость применяется в сварных изделиях, предназначенных для хранения жидкостей, газов или работающих в условиях вакуума.

Испытание на плотность производится после предварительного контроля сварных швов наружным осмотром. Эти испытания выполняются с помощью керосина, а также воздуха или воды под давлением.

Способы испытания зависят от назначения конструкции и технических условий на изготовление. Испытания на плотность обычно производятся не менее двух раз: предварительное для выявления пороков и повторное после их исправления.

Испытание керосином.

Для испытания открытых сосудов и различных стационарных резервуаров часто используется керосин. Швы сосудов для лучшего выявления пороков покрываются мелом, разведенным на клею. Швы с обратной стороны обильно смазывают керосином и выдерживают от 10 мин. до 3 час, в зависимости от толщины материала и назначения конструкции. При многократном смазывании керосином время выдержки значительно сокращается. Время испытания указывается в технических условиях. Если в течение установленного времени на поверхности шва, покрытого меловой краской, не появились жирные темные пятна керосина, то данный сварной шов считается выдержавшим испытание.

Испытание воздухом.

Испытание сжатым воздухом применяется только для закрытых сосудов. Для испытания в сосуд с предварительно заглушенными отверстиями подается сжатый воздух под давлением 1,0—2,0 атм. Снаружи все швы смачиваются мыльной водой, и сжатый воздух, выходя через неплотности, образует мыльные пузыри, по которым определяют пороки в швах и исправляют их.

Необходимо отметить, что испытание воздухом при неправильной подготовке изделий или подаче воздуха без чувствительного манометра и предохранительного клапана представляет значительную опасность. Крышки и заглушки перед испытанием должны быть надежно закреплены.

Применять сжатый воздух давлением свыше 2 атм не рекомендуется вследствие опасности разрушения конструкций.

Гидравлическое испытание.

При гидравлическом испытании проверяется прочность и плотность различных сосудов, котлов и трубопроводов, работающих под давлением. При этом испытании сосуд с плотно закрытыми отверстиями наполняется водой. Воздух из него выходит через верхнее отверстие, которое после заполнения также заглушается. Затем давление доводится до необходимой величины, и сосуд подвергается тщательному осмотру. Швы, имеющие пороки, дают течь и потение, а слабые места даже разрушаются. После выдержки и осмотра давление в сосуде доводится до рабочего, и металл сосуда на расстоянии 15—20 мм от швов подвергается обстукиванию легкими ударами молотка (весом 0,4—1,5 кг) с круглым бойком для предупреждения образования вмятин. Величина давления при испытании устанавливается соответствующими инструкциями по контролю и правилами освидетельствования. Обычно испытательное давление на 25—100% больше рабочего. Рабочее место, где производится испытание, должно быть оборудовано в соответствии с правилами по технике безопасности.

35. Капиллярные методы контроля швов

Контроль сварных швов является основным способом определить их качества.

Существует несколько технологических контрольных методов, которые сегодня применяются при проверке сварочных швов, основной из них – капиллярный контроль. Он является неразрушающим и включает в себя несколько вариантов проведения данного процесса с использованием разных расходных материалов. С его помощью определяются наружные поверхностные и внутренние дефекты или их отсутствие, а также изменения в зоне нагрева двух соединяемых заготовок.

Капиллярным контролем сварных соединений можно выявить практически все дефекты шва: поры, трещины, раковины, прожоги и непровары. Можно определить, как расположен дефект в плане его ориентации к поверхности сварного шва, можно определить размеры изъянов. Капиллярный метод контроля используется при сварке любых металлов (черных и цветных), пластмасс, стекла, керамики и так далее. То есть, это контроль имеет обширную область применения при определении дефектов в сварочных швах.

Суть всего контрольного процесса заключается в том, что, используя специальные жидкости (индикаторы), которые имеют свойство глубоко проникать в любые материалы, если в них есть пустоты, просачиваться сквозь него и появляться на противоположной стороне от места их нанесения. То есть, проникая в тело металла, индикаторные жидкости оставляют следы, по которым и определяются дефекты. Такие следы можно обнаружить визуально, а можно использовать для их определения специальные приборы преобразователи. Все современные методы контроля сварных швов капиллярным способом регламентируются ГОСТами.



36. Магнитопорошковый метод контроля сварных швов

Магнитопорошковый метод контроля заключается в том, что на поверхность намагниченного сварного соединения наносят ферромагнитный порошок в виде суспензии, содержащей также керосин, масло и мыльный раствор («мокрый» метод), или в виде аэрозоля («сухой» метод). Под действием втягивающей силы магнитных полей рассеяния частицы порошка перемещаются по поверхности соединения и скапливаются в виде валиков над дефектами. Форма этих скоплений соответствует очертаниям выявляемых дефектов.

Методика контроля. Магнитопорошковый метод контроля включает в себя следующие операции (ГОСТ 21105 — 85):

1. подготовка поверхностей к контролю;

2. подготовка суспензии, заключающаяся в интенсивном перемешивании магнитного порошка с транспортирующей жидкостью;
3. намагничивание контролируемого сварного соединения;
4. нанесение порошка на поверхность контролируемого соединения;
5. осмотр поверхности контролируемого соединения и выявление участков, покрытых порошком;
6. размагничивание соединения.

Данный метод характеризуется высокой чувствительностью к тонким и мелким трещинам, простотой выполнения, оперативностью и наглядностью результатов. Его широко используют для контроля продольных сварных швов конструкций, выполненных из магнитных материалов, и в частности для выявления трещин и узких (стянутых) непроваров в стыковых швах трубопроводов, полученных дуговыми способами. Для повышения чувствительности контроля часть сварного шва, выступающего над лицевой поверхностью соединения, перед испытанием целесообразно удалить.

Чувствительность метода. Чувствительность данного метода зависит от ряда факторов: размера частиц ферромагнитного порошка и способа его нанесения («сухой» или «мокрый»), напряженности приложенного намагничивающего поля, рода тока (переменный или постоянный), формы, размеров и глубины залегания дефектов, их ориентации относительно поверхности сварного соединения и направления намагничивания, состояния и формы поверхности, а также от способа намагничивания.

Ферромагнитный порошок должен иметь частицы размером 5 ... 10 мкм. Для выявления глубоких дефектов применяют более крупный магнитный порошок. Для приготовления магнитных суспензий используют магнитный порошок с мелкими частицами. Кроме того, для достижения максимальной подвижности частицы магнитного порошка должны иметь правильную форму.

37. Магнитографический контроль

Суть магнитографического метода контроля заключается в намагничивании проверяемого участка сварного шва и околошовной зоны с одновременной записью магнитного поля на магнитную пленку (рис. 1) и последующем считывании полученной информации с помощью специальных устройств дефектоскопов.

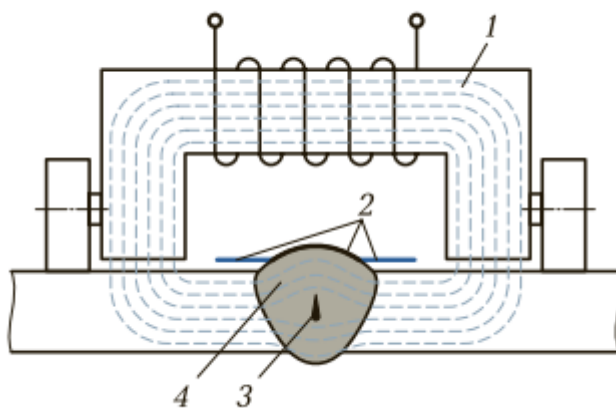


Рис. 1 Схема магнитографического контроля: 1 — намагничивающее устройство; 2 — магнитная пленка; 3 — дефект; 4 — сварной шов

Методика контроля.

Магнитографический контроль включает в себя следующие операции (ГОСТ 25225 — 82):

- осмотр и подготовка поверхности контролируемого сварного соединения. При этом с поверхности швов должны быть удалены остатки шлака, брызги расплавленного металла, загрязнения и т. д.;
- наложение на шов отрезка предварительно размагниченной магнитной пленки. Прижим пленки к шву сварного соединения производится специальной эластичной «подушкой». При контроле кольцевых швов труб, сосудов и других сварных конструкций магнитную пленку прижимают к поверхности шва (по всему периметру) эластичным резиновым поясом;
- намагничивание контролируемого соединения при оптимальных режимах в соответствии с типом намагничивающего устройства, толщиной сварного шва и его магнитными свойствами;
- расшифровка результатов контроля (установка магнитной пленки в считывающее устройство дефектоскопа и выявление по сигналам на его экране дефектов).

Магнитографический метод применяется в основном для контроля стыковых швов, выполненных сваркой плавлением (главным образом, швов магистральных трубопроводов). С помощью этого метода можно контролировать сварные узлы и конструкции толщиной до 25 мм.

Чувствительность метода.

Относительная чувствительность W магнитографического метода контроля определяется как отношение минимального вертикального размера (глубины) ΔS обнаруживаемого дефекта к толщине S основного металла контролируемого соединения и выражается в процентах.

Чувствительность данного метода контроля зависит от размеров, формы, глубины и ориентации дефектов сварных швов, геометрических параметров их поверхности, технических характеристик считывающей головки дефектоскопа и типа магнитной пленки. Магнитографией наиболее уверенно выявляются плоскостные дефекты (трещины, непровары и несплавления), а также протяженные дефекты в виде цепочек шлаковых включений, преимущественно ориентированных перпендикулярно направлению магнитного потока. Значительно хуже обнаруживаются округлые дефекты (поры и отдельные шлаковые включения).

Практикой установлено, что магнитографическим методом уверенно выявляются внутренние плоскостные дефекты, когда их вертикальный размер составляет 8 ... 10 % от толщины сварного шва. Максимальная чувствительность контроля по отношению к указанным видам дефектов достигает 5 %. Округлые внутренние дефекты обнаруживаются, когда их размер по высоте составляет не менее 20 % от толщины металла.

Чувствительность магнитографического метода к поверхностным дефектам примерно такая же или несколько ниже, чем магнитопорошкового метода. При этом чем глубже расположен дефект от поверхности сварного соединения, на которую помещают магнитную пленку, тем хуже он выявляется. Современная аппаратура позволяет обнаруживать дефекты с вертикальными размерами, составляющими 10 ... 15 % от толщины металла, при глубине залегания до 25 мм.

На чувствительность магнитографического метода существенно влияют высота и форма сварного шва, а также состояние его поверхности. Для лучшей выявляемости дефектов сварку следует выполнять таким образом, чтобы выпуклость шва не превышала 25 % от толщины основного металла, а переход от наплавленного металла к плоскости был плавным. При этом необходимо, чтобы высота неровностей на поверхности шва составляла не более 30 % от его выпуклости и в то же время не превышала 1 мм. При контроле швов с шероховатой поверхностью следует производить их зачистку. Не допускается контроль данным методом сварных швов со смещением кромок стыкуемых деталей, а наилучшие результаты этот метод обеспечивает при контроле сварных швов, выполненных автоматической сваркой.

38. Радиационная дефектоскопия сварных швов

Радиационная дефектоскопия — рентгено- и гаммаграфический метод контроля. Рентгено- и гаммаграфия — это метод получения на рентгеновской пленке или экране изображения предмета (изделия), просвечиваемого рентгеновским или гамма-излучением. Он основан на способности рентгеновского и гамма-излучения проходить через непрозрачные предметы, в том числе через металлы, и действовать на рентгеновскую пленку и некоторые химические элементы, благодаря чему последние флуоресцируют (светятся).

При этом дефекты, встречающиеся при сварке в теле изделия и чаще всего имеющие характер пустот (непроваров, трещин, раковин, пор и т.д.), на рентгеновской пленке (на рентгенограммах) имеют вид пятен (раковины, поры) или полос (непроваров). Как правило; просвечивают 3 – 15% общей длины сварного шва. У особо ответственных конструкций просвечивают все швы.

Рентгеновские аппараты, применяемые для контроля изделий, состоят из рентгеновской трубки, источника питания и пульта управления. В качестве источника питания применяют повышающий трансформатор, во вторичную цепь которого включают кенотроны для выпрямления анодного тока и высоковольтные конденсаторы, позволяющие удвоить или утроить напряжение вторичной обмотки трансформатора. Схема просвечивания рентгеновским излучением изделия показана на рисунке 1.

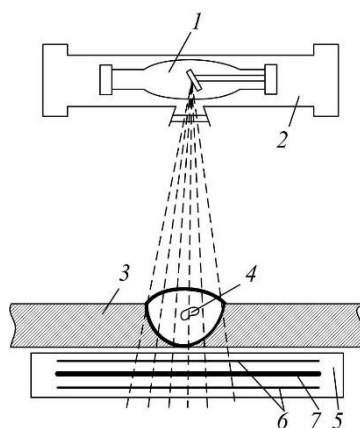


Рисунок 1 – Схема просвечивания рентгеновским излучением
1 – рентгеновская трубка, 2 – футляр со свинцовым экраном, 3 –
просвечиваемое изделие, 4 – дефект, 5 – кассета, 6 – экран, 7 – рентгенопленка

В зависимости от режима просвечивания (при толщине металла до 50 мм), качества пленки и правильности дальнейшей ее обработки удается выявить дефекты размером 1–3% от толщины контролируемых деталей.

39. Ультразвуковая дефектоскопия сварных швов

Среди используемых сегодня неразрушающих методов определения дефектов сварного шва УЗД стал наиболее эффективным и одним из самых доступных, которые поставлены на поток. По результатам проверки ведется специальный журнал в разрезе по каждому сварщику. Область применения контроля при помощи УЗД ограничивается исключительно геометрическими данными заготовок. Диагностике подвергаются сварочные швы трубопроводов, которые испытывают высокое давление.

В основу метода положены физические возможности ультразвука. Его особенность заключается в том, что он отражается от границы разделения разных по своему составу сред. По своей природе ультразвук является упругим механическим колебанием, который генерируется различными методами. Его звуковой диапазон находится вне пределов доступных для человеческого уха. Излучатели не оказывают вредного воздействия на организм человека.

Ультразвуковая диагностика выполняется в широком диапазоне частот: от 20 кГц до 500 МГц. Волны, направленные от излучателя в какую-либо сторону, распространяются с одинаковой скоростью при условии однородности среды. При изменении среды они преломляются или отражаются, подобно лучу света. Скорость продольной волны практически в два раза больше, чем поперечной.

Чувствительность приборов зависит от его конструктивных особенностей и сильно варьируется. Большой ассортимент объясняется тем, что генерируемые волны могут отражаться только от тех дефектов, которые равны длине волны или больше ее. Ультразвук отлично определяет мелкие дефекты сварного стыка, а именно: пустоты, раковины, разного рода включения, шлаки, зерна и прочие примеси, понижающие прочность шва.

Важные достоинства:

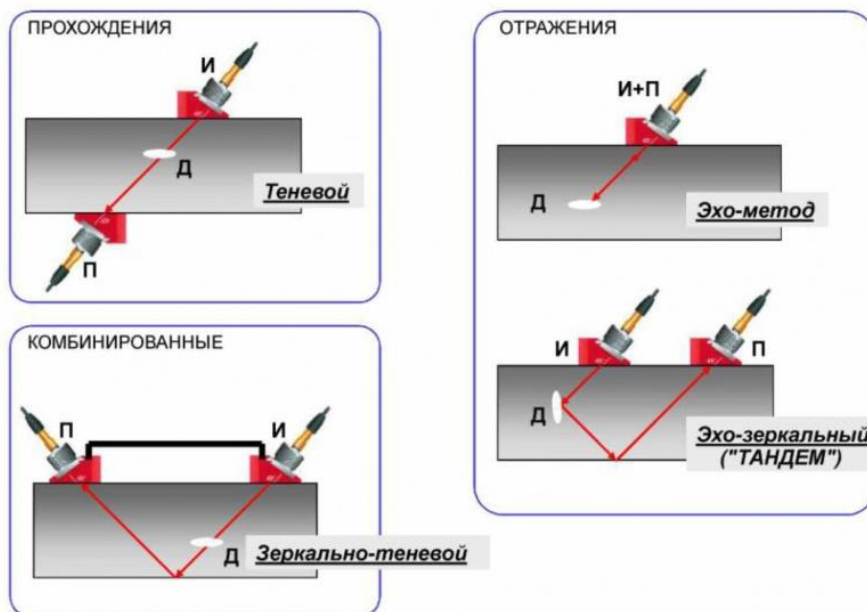
- неразрушающий метод контроля качества сварных соединений. Нет потребности в том, чтобы вырезать часть металлоконструкции и везти ее в лабораторию для проведения исследований;
- дефектоскопы универсальны. Они подходят для использования в полевых условиях или в оборудованной лаборатории;
- метод одинаково хорошо подходит для определения дефектов как однородных, так и разнородных соединений;
- не требуется много времени для того, чтобы определить состояние шва. Результат готов буквально сразу;
- приборы абсолютно безопасны в использовании. Они не оказывают вредного влияния на организм человека;
- диагностике поддаются большинство видов дефектов. Очень высока достоверность полученного результата.

Недостатки оборудования связаны с ограничениями его применения и необходимостью подготовки специалистов для эксплуатации техники. Дело в том, что ультразвуковой сигнал затухает в крупнозернистых структурах. Нужно

использовать специальные преобразователи с конкретным радиусом кривизны подошвы.

Виды и методы ультразвукового контроля сварных соединений

МЕТОДЫ И СХЕМЫ КОНТРОЛЯ



Для диагностирования стыков ультразвуком используют разные методики:

- прямой луч;
- отражение однократное;
- отражение двукратное;
- отражение многократное.

Касательно направления луча, то его подбирают по нормали, где опасность дефектов особенно высока. Наиболее распространенные варианты измерений:

- *эхо-импульсная диагностика.* Прибор генерирует волну и настроен на прием эха. Если его нет, то это значит, что дефекты не обнаружены. Если же результат обратный, то в исследуемой массе есть разделение сред;

- *эхо-зеркальный.* Подразумевает использование генерирующего волну датчика и приемника-улавливателя. Размещение приборов – под углом к оси стыка. Приемник ловит все ультразвуковые излучения и по ним диагностируются трещины или их отсутствие;

- *теневая диагностика.* Волны проходят по всей площади стыка. Приемник располагается позади сварного соединения. В случае, когда излучение отражается и не попадает на приемник, фиксируется теневой участок;

- *зеркально-теневая дефектоскопия.* Технология сочетает теневой и зеркальный методы исследований. Используется комплект датчиков, которые улавливают отраженные звуковые колебания. Если идет чистая волна, то это значит, что шов не имеет дефектов;

- *дельта-метод* подразумевает воздействие на объект направленным лучом. По отражению звукового сигнала определяются изъяны стыка. Когда возникает необходимость в получении точных результатов, то можно воспользоваться тонкой настройкой диагностического оборудования.

На практике чаще всего определяют проблемные участки сварки при помощи *эхо-импульсной и теневой диагностики*. Метод неразрушающего контроля

дает возможность выявить бракованный отрезок, который со временем может привести к разгерметизации сварочного шва. Это отличный метод профилактики аварийных ситуаций. Особенно, если речь идет о магистралях высокого давления.

УЗК используется для проверки сварных швов цветных металлов, стали углеродистой и легированной, чугуна. При помощи диагностического оборудования выявляется:

- пористость, образованную атмосферными газами;
- ржавчину внутри застывшего расплава;
- не проваренные места;
- нарушение геометрии на отдельных участках;
- трещины;
- включения инородных тел и прочие отличия в структуре;
- расслоения;
- складки, образованные наплавом;
- дефекты сквозного характера;
- внастыковое провисание диффузного слоя.

При помощи УЗК контролируются соединения самых разных конструктивных элементов:

- фланцевые, трубные и прочие кольцевые соединения;
- тавровые швы;
- стыки, независимо от их конфигурации (в т.ч. и сложные формы);
- швы поперечные и продольные, которые испытывают высокое давление или нагрузки разнонаправленного характера.

При прохождении через металлическую решетку звуковые волны рассеиваются. Это их свойство накладывает определенные ограничения на область использования оборудования. Все они изложены в инструкции производителя, которая прилагается к аппарату.

Ограничения геометрического характера:

- толщина проверяемых заготовок не может быть больше 50-80 см, или меньше 8-10 мм;
- расстояние до объекта контроля: минимальное – 3 мм, максимальное – 10 метров.

Методика отлично зарекомендовала себя в строительстве, машиностроении; на предприятиях, имеющих магистрали высокого давления.

40. Вихретоковая дефектоскопия сварных швов.

После окончания сварочного процесса, как правило, проводят анализы для получения результатов, на соответствие их требуемым параметрам. Одним из таких видов проверки является вихретоковый контроль сварных соединений. Он не приводит к разрушению образца, так что его можно применять безопасно для самой заготовки. Основным принципом действия, на котором основана работа устройства контроля, является взаимодействие электромагнитных полей вихревых токов и полей вихретокового преобразователя. Все это подходит для работы с графитом, металлом, различными сплавами, полупроводниками и прочими материалами. Параметры зоны контроля, к примеру, такой как глубина проникновения, зависят от мощности электромагнитного поля, при помощи

которого исследуют объект. Чем оно больше, тем больший участок можно захватить.

Вихретоковый контроль сварных соединений помогает определить геометрические размеры и структуру изучаемого объекта. Благодаря данному методу можно определить не только наличие несплошностей, но и их место расположения, так как далеко не все из них располагаются на виду, а могут залегать на различной глубине. Данный метод помогает определить наличие трещин различного типа, раковин, закатов, расслоений, наличие неметаллических включений, пор и прочих видов дефектов сварных швов.

Вихретоковый контроль сварных швов помогает определять наличие трещин размером от 1 мм и на глубине от 1% относительно диаметра. Также можно контролировать геометрические размеры прутков и труб, диаметр проволоки, толщину стенок листов и прочих конструктивных элементов. Предел измерения находится в диапазоне от нескольких микрометров до нескольких десятков миллиметров, а погрешность измерения в среднем составляет 3-4%. Минимальная площадь контроля составляет 1 квадратный миллиметр. Этот вид дефектоскопии сварных швов используется для определения зазоров, вибраций и перемещений в различных механизмах и машинах. Структурное состояние определяет физические и механические свойства исследуемых материалов, так что подробное их изучение при помощи вихревого дефектоскопа позволяет определить наличие отклонений в структуре и принять решение, допустимы ли такие виды отклонений при планируемых условиях эксплуатации.

Преимущества

- Производительность данного метода находится на очень высоком уровне;
- Скорость анализа может составлять, примерно, 10 см в секунду;
- Контроль может проводиться на поверхностях с шероховатостью Rz30;
- Контроль может проводиться даже при наличии верхнего слоя немагнитного покрытия, который достигает до 2 мм;
- Процедура может проводиться даже при ограниченном доступе к поверхности;
- Возможна работа с деталями сложной конфигурации.

Недостатки

- Контроль сварных соединений вихретоковым методом требует применения специализированной техники;
- Для работы с прибором контроля необходимо обладать соответствующими навыками.

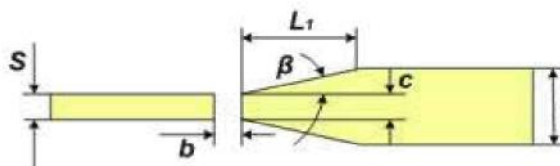
1.2. Практические задания на экзамен по ПМ

1. Практико-ориентированное задание

1.1 Составьте карту технологического процесса подготовки металла к сварке.

Наименование операции	Содержание операций	Оборудование, инструмент
-----------------------	---------------------	--------------------------

1.2 Определите по рисунку параметры разделки кромки при $S=6$ мм; $S_1=12$ мм; $b=2$ мм. Назовите технологическую последовательность разделки кромки по заданным размерам.

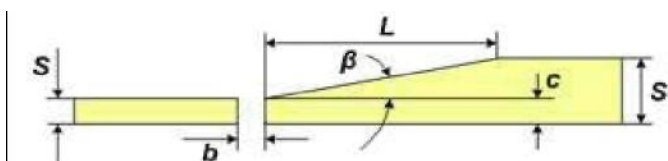


2. Практико-ориентированное задание

2.1 Составьте карту технологического процесса подготовки металла к сварке.

Наименование операции	Содержание операций	Оборудование, инструмент

2.2 Определите по рисунку параметры разделки кромки при $S=6$ мм; $S_1=16$ мм; $b=2$ мм. Назовите технологическую последовательность разделки кромки по заданным размерам.



Эталоны ответов на практические задания

1. Практико-ориентированное задание

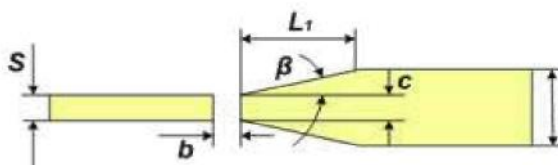
1.1 Составьте карту технологического процесса подготовки металла к сварке.

Наименование операции	Содержание операций	Оборудование, инструмент
Правка	<p>Правку изгибом применяют при выправлении круглого (прутки) и профильного материала.</p> <p>Правку вытягиванием используют при выправлении листового материала, имеющего выпуклости или волнистость.</p> <p>Правку выглаживанием применяют в тех случаях, когда заготовка имеет очень малую толщину.</p>	Кувалда, молоток, киянка и/или специальный ручной пресс
Зачистка и	Механическая, химическая,	Металлическая щетка,

обезжиривание	термическая, комбинированная зачистка и обезжиривание	шлифовальная машина, абразивные материалы. Кислотные, щелочные и содержащие специальные реагенты.
Разметка	<p>Различают плоскостную и пространственную разметки. Плоскостную разметку применяют при обработке листового материала и профильного проката, а также деталей, на которые разметочные риски наносят в одной плоскости.</p> <p>Пространственная разметка - это нанесение рисок на поверхностях заготовки, связанных между собой взаимным расположением.</p>	<p><i>Разметочный инструмент:</i> Чертилка (с одним острием, с кольцом, двухсторонняя с изогнутым концом), маркер (несколько видов), разметочный циркуль, кернеры (обычные, автоматические для трафарета, для круга), кронциркуль с конусной оправкой, молоток, циркуль центровый, угольник.</p> <p><i>Измерительный инструмент:</i> Линейка с делениями, штангенрейсмус, рейсмус с подвижной шкалой, штангенциркуль, угольник, угломер, кронциркуль, уровень, контрольная линейка для поверхностей, щуп</p>
Резка	Проводятся операции раскроя, нарезания на отдельные элементы, создания отверстий, выемок.	<p>Вручную — с помощью ножниц по металлу и ножовок;</p> <p>Машинным способом - гильотинными ножницами ;на металлорежущих станках.</p>
Гибка	<p>Гибка металла - это воздействие давлением на металл для придания требуемой формы.</p> <p>В результате такого воздействия одна часть металлической заготовки перегибается относительно другой на требуемый угол.</p>	Тиски, гибочные трубы, листогибочный пресс, вальцы, оправки, гибочные станки.
Разделка	<i>Виды разделки кромок</i>	Напильники,

кромки	V-образная X-образная К-образная U-образная Разделка кромок необходима для создания прочного сварного соединения, способного выдержать большие механические нагрузки. Суть работы заключается в том, чтобы снять часть металла и создать небольшой скос под углом. Благодаря скошенным кромкам обеспечивается отличный провар по всей ширине заготовки.	универсальная шлифовальная машина
Сборка	Установка и фиксация деталей, другие подготовительные работы для обеспечения процесса сварки.	Тиски, упоры, струбцины, призмы, зажимы, распорки, стяжки.

1.2 Определите по рисунку параметры разделки кромки при $S=6$ мм; $S_1=12$ мм; $b=2$ мм. Назовите технологическую последовательность разделки кромки по заданным размерам.



$$L = 2,5 \cdot (S_1 - S) = 2,5 \cdot (12 - 6) = 15 \text{ мм.}$$

β - угол скоса кромки ($30-50^\circ$)

b - зазор (1-4 мм) в зависимости от толщины свариваемого металла

При сварке плавящимся электродом зазор b обычно составляет 0-5 мм. Чем больше зазор, тем глубже проплавление металла

c – притупление, в зависимости от толщины свариваемого металла составляет 1-3 мм.

Технологическая последовательность разделки кромки по заданным размерам:

Перед сваркой ответственных конструкций, поверхности всегда обрабатываются. Этим достигаются несколько целей: удаление в местах будущих сопряжений грязи, оксидной пленки, ржавчины. Для этого используются следующие методы:

- Механическая очистка при помощи металлических щеток, абразивных кругов.

- Химическая обработка растворителями, убирающими жир и окислы со сварочной поверхности. Используются жидкости на основе ксилола, уайт-спирита, бензина. Для удаления оксидных пленок применяются кислоты.

Способы разделки кромки под сварку:

Выполняется ручным способом при помощи углошлифовальной машины с абразивным шлифовальным кругом. Кроме этого, такая обработка применяется, как доводочная операция для алюминиевых сплавов, поскольку они образуют высокопрочную оксидную пленку, которую необходимо убрать перед сваркой.

2. Практико-ориентированное задание

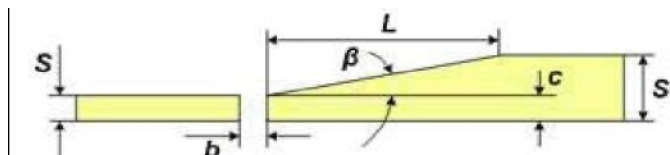
2.1 Составьте карту технологического процесса подготовки металла к сварке.

Наименование операции	Содержание операций	Оборудование, инструмент
Правка	Правку изгибом применяют при выправлении круглого (прутки) и профильного материала. Правку вытягиванием используют при выправлении листового материала, имеющего выпуклости или волнистость. Правку выглаживанием применяют в тех случаях, когда заготовка имеет очень малую толщину.	Кувалда, молоток, киянка и/или специальный ручной пресс
Зачистка и обезжиривание	Механическая, химическая, термическая, комбинированная зачистка и обезжиривание	Металлическая щетка, шлифовальная машина, абразивные материалы. Кислотные, щелочные и содержащие специальные реагенты.
Разметка	Различают плоскостную и пространственную разметки. Плоскостную разметку применяют при обработке листового материала и профильного проката, а также деталей, на которые разметочные риски наносят в одной плоскости. Пространственная разметка - это нанесение рисок на поверхностях заготовки,	<i>Разметочный инструмент:</i> Чертилка (с одним острием, с кольцом, двухсторонняя с изогнутым концом), маркер (несколько видов), разметочный циркуль, кернеры (обычные, автоматические для трафарета, для круга), кронциркуль с конусной оправкой, молоток, циркуль центровый,

	связанных между собой взаимным расположением.	прямоугольник. <i>Измерительный инструмент:</i> Линейка с делениями, штангенрейсмус, рейсмус с подвижной шкалой, штангенциркуль, угольник, угломер, кронциркуль, уровень, контрольная линейка для поверхностей, щуп
Резка	Проводятся операции раскроя, нарезания на отдельные элементы, создания отверстий, выемок.	Вручную — с помощью ножниц по металлу и ножевок; Машинным способом - гильотинными ножницами ;на металлорежущих станках.
Гибка	Гибка металла - это воздействие давлением на металл для придания требуемой формы. В результате такого воздействия одна часть металлической заготовки перегибается относительно другой на требуемый угол.	Тиски, гибочные трубы, листогибочный пресс, вальцы, оправки, гибочные станки.
Разделка кромок	<i>Виды разделки кромок</i> V-образная X-образная К-образная U-образная Разделка кромок необходима для создания прочного сварного соединения, способного выдержать большие механические нагрузки. Суть работы заключается в том, чтобы снять часть металла и создать небольшой скос под углом. Благодаря скошенным кромкам обеспечивается отличный провар по всей ширине заготовки.	Напильники, универсальная шлифовальная машина

Сборка	Установка и фиксация деталей, другие подготовительные работы для обеспечения процесса сварки.	Тиски, упоры, струбцины, призмы, зажимы, распорки, стяжки.
--------	---	--

2.2 Определите по рисунку параметры разделки кромки при $S=6$; $S_1=16$ мм; $b=2$ мм. Назовите технологическую последовательность разделки кромки по заданным размерам.



$$L = 5 \cdot (S_1 - S) = 5 \cdot (16 - 6) = 50 \text{ мм}$$

β - угол скоса кромки ($30-50^\circ$)

b - зазор (1-4 мм) в зависимости от толщины свариваемого металла

При сварке плавящимся электродом зазор b обычно составляет 0-5 мм. Чем больше зазор, тем глубже проплавление металла

c – притупление, в зависимости от толщины свариваемого металла составляет 1-3 мм.

Технологическая последовательность разделки кромки по заданным размерам:

Перед сваркой ответственных конструкций, поверхности всегда обрабатываются. Этим достигаются несколько целей: удаление в местах будущих сопряжений грязи, оксидной пленки, ржавчины. Для этого используются следующие методы:

- Механическая очистка при помощи металлических щеток, абразивных кругов.
- Химическая обработка растворителями, убирающими жир и окислы со сварочной поверхности. Используются жидкости на основе ксилола, уайт-спирита, бензина. Для удаления оксидных пленок применяются кислоты.

Способы разделки кромки под сварку:

Выполняется ручным способом при помощи углошлифовальной машины с абразивным шлифовальным кругом. Кроме этого, такая обработка применяется, как доводочная операция для алюминиевых сплавов, поскольку они образуют высокопрочную оксидную пленку, которую необходимо убрать перед сваркой.

Оценка запланированных результатов по ПМ

Результаты обучения (элементы/коды компетенций)	Показатели оценки результата (наименование трудового действия)
<i>МДК.01.01 «Технология производства сварных конструкций»</i>	
У1- Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения деятельности	Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. Выбирает пространственное положение

<p>У2 - Выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей)</p> <p>У3 - Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.</p> <p>У4 - Использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки</p>	<p>сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) Выбор материала, заготовок под сварку. Сборочно – сварочные приспособления. Сборка узла, конструкции в целом с последующей сваркой Использует ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки.</p>
<p>31 Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах основные группы и марки свариваемых материалов.</p> <p>32 Правила подготовки кромок изделий под сварку.</p> <p>33 Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки правила сборки элементов конструкции под сварку.</p> <p>34 - Способы устранения дефектов сварных швов правила технической эксплуатации электроустановок</p>	<p>Основные типы конструктивных элементов и размеры сварных соединений, основные обозначения на чертежах.</p> <p>Правила подготовки кромок изделий под сварку</p> <p>Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки правила сборки элементов конструкции под сварку.</p> <p>Способы устранения дефектов сварных швов правила технической эксплуатации электроустановок</p>
<p>ОК 1. Выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы</p> <p>ОК 2. Выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять</p>	<p>Использование передовых информационно-коммуникационные технологии.</p> <p>Полнота и точность выделения ключевой информации. Последовательность структурирования.</p>
<p>ПК 1.1 Проводить сборочные операции перед сваркой с использованием конструкторской, производственно-технологической и нормативной документации.</p> <p>ПК 1.2 Выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) элементов конструкции (изделий, узлов, деталей).</p>	<p>Выполнение учебно-производственных задания в соответствии в соответствии конструкторской, нормативно-технической и производственно-технологической документации.</p> <p>Выбирает оптимальное пространственное положение сварного шва для различных элементов конструкций (узлов, деталей) с учетом их жесткости, доступности и требований к качеству.</p>

<p>ПК 1.3 Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.</p> <p>ПК 1.4 Проводить подготовку элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистку сварных швов и удаление поверхностных дефектов после сварки с использованием ручного и механизированного инструмента.</p>	<p>Подбирает и применяет сборочные приспособления (струбцины, кондукторы, угольники, стенды, зажимы) для фиксации деталей, узлов и изделий при сборке под сварку. Обеспечивает проектное положение кромок, регулировку зазора и жесткость фиксации для предотвращения деформаций при сварке</p> <p>Владеет полным циклом подготовки элементов конструкций под сварку: зачистка до металлического блеска, разделка кромок, обезжиривание. Выполняет после сварочную обработку швов с помощью ручного инструмента (молоток, зубило, щетка) и механизированного (УШМ с абразивными, лепестковыми кругами).</p>
<p><i>МДК.01.02 «Подготовительные и сборочные операции перед сваркой и контроль качества сварных соединений»</i></p>	
<p>У1- Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения деятельности</p> <p>У2 - Выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей)</p> <p>У3 - Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.</p> <p>У4 - Использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки</p> <p>У5 -Использовать измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке</p>	<p>Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.</p> <p>Выбирает пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) Выбор материала, заготовок под сварку.</p> <p>Сборочно – сварочные приспособления. Сборка узла, конструкции в целом с последующей сваркой</p> <p>Использует ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки.</p> <p>Контролирует геометрические параметры собранных под сварку элементов конструкции с помощью измерительного инструмента. Проверяет зазор в стыке, смещение кромок, угол разделки, притупление, перпендикулярность, соосность и прямолинейность.</p>
<p>31 Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и</p>	<p>Основные типы конструктивных элементов и размеры сварных соединений, основные</p>

<p>обозначение их на чертежах основные группы и марки свариваемых материалов.</p> <p>32 Правила подготовки кромок изделий под сварку.</p> <p>33 Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки правила сборки элементов конструкции под сварку.</p> <p>34 - Способы устранения дефектов сварных швов правила технической эксплуатации электроустановок.</p> <p>35 - Устройство сварочного и вспомогательного оборудования; назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения</p>	<p>обозначения на чертежах.</p> <p>Правила подготовки кромок изделий под сварку</p> <p>Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки правила сборки элементов конструкции под сварку.</p> <p>Способы устранения дефектов сварных швов правила технической эксплуатации электроустановок.</p> <p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования; назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения.</p>
<p>ОК 1. Выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы</p> <p>ОК 2. Выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять</p>	<p>Использование передовых информационно-коммуникационные технологии.</p> <p>Полнота и точность выделения ключевой информации. Последовательность структурирования..</p>
<p>ПК 1.1 Проводить сборочные операции перед сваркой с использованием конструкторской, производственно-технологической и нормативной документации</p> <p>ПК 1.2 Выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей)</p> <p>ПК 1.3 Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.</p>	<p>Выполняет сборочных операций перед сваркой с использованием конструкторской (чертежи, спецификации), производственно-технологической (маршрутные и операционные карты) и нормативной документации (ГОСТ на подготовку кромок и допуски).</p> <p>Выбирает пространственное положение сварного шва (нижнее, горизонтальное, вертикальное, потолочное) для различных элементов конструкций с учетом их конструкции, жесткости и возможности кантовки.</p> <p>Подбирает и применяет сборочные приспособления (струбцины винтовые и пневматические, кондукторы, магнитные угольники, центраторы, сборочные плиты, стяжки, распорки) для точной фиксации деталей, узлов и изделий при сборке под сварку.</p>

<p>ПК 1.4 Проводить подготовку элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистку сварных швов и удаление поверхностных дефектов после сварки с использованием ручного и механизированного инструмента.</p> <p>ПК 1.5 Проводить контроль собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно технологической документации по сварке.</p>	<p>Владеет полным циклом подготовки элементов конструкции под сварку (зачистка до металла, разделка кромок УШМ, обезжиривание). Выполняет после сварочную обработку швов ручным инструментом (молоток, зубило, щетка) и механизированным (УШМ с абразивными, лепестковыми, проволочными кругами).</p> <p>Контролирует геометрические параметры собранных под сварку элементов конструкции с помощью измерительного инструмента.</p>
--	---

4.Комплект билетов - 35 шт.

5.Оценочная ведомость по профессиональному модулю.

6.Сводный экзаменационный протокол на группу студентов по экзамену по профессиональному модулю.

Образец билета:

МИНИСТЕРСТВО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ЗАНЯТОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ краевое государственное автономное профессиональное образовательное учреждение «Дальнегорский индустриально-технологический колледж»					
Утверждаю Заместитель директора <hr/> (Ф.И.О.) <hr/> (подпись) « ____ » _____ 20__ г.	Экзаменационный билет №1 по ПМ 01.01 Подготовительно- сварочные работы и контроль качества сварных швов после сварки Группа(ы) _____ 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))	Рассмотрено на заседании цикловой методической комиссии Председатель ____ (Ф.И.О.) <hr/> (подпись) « ____ » _____ 20__ г.			
1. Классификация сварки металлов по физическим и техническим признакам. 2. Классификация и назначение сборочно - сварочной оснастки. 3. Практико-ориентированное задание 3.1 Составьте карту технологического процесса подготовки металла к сварке.					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Наименование операции</th> <th style="width: 33%;">Содержание операций</th> <th style="width: 33%;">Оборудование, инструмент</th> </tr> </thead> </table>			Наименование операции	Содержание операций	Оборудование, инструмент
Наименование операции	Содержание операций	Оборудование, инструмент			
3.2 Определите по рисунку параметры разделки кромки при $S = 6$ мм; $S_1 = 12$ мм; $b = 2$ Назовите технологическую последовательность разделки кромки по заданным размерам.					
					

Критерии оценки ответов обучающихся:

Отметка 5 «отлично» - за глубокое и полное овладение содержанием учебного материала, в котором студент свободно и уверенно ориентируется; за умение практически применять теоретические знания, высказывать и обосновывать свои суждения. Оценка «5» (отлично) предполагает грамотное и логичное изложение ответа.

Отметка 4 «хорошо» - если студент полно освоил учебный материал, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет теоретические знания на практике, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.

Отметка 3 «удовлетворительно» - если студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности, в применении теоретических знаний при ответе на практикоориентированные вопросы; не умеет доказательно обосновать собственные суждения.

Отметка 2 «неудовлетворительно» - если студент имеет разрозненные, бессистемные знания, допускает ошибки в определении базовых понятий, искажает их смысл; не может практически применять теоретические знания.

МИНИСТЕРСТВО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
И ЗАНЯТОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

краевое государственное автономное
профессиональное образовательное учреждение
«Дальнегорский индустриально-технологический колледж»

**КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА**

МДК.02.01. Основы технологии сварки

подготовки квалифицированных рабочих, служащих

код профессии 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Дальнегорск, 2025 год

Комплект контрольно-оценочных средств разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии СПО 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки) основной профессиональной образовательной программы МДК 02.01. Основы технологии сварки

Разработчики: Гаврикова Елена Юрьевна

Организация-разработчик: КГА ПОУ «ДИТК»

Разработчик: Гаврикова Елена Юрьевна, преподаватель

ОДОБРЕН

цикловой методической комиссией

Протокол № 1

от «5» сентября 2025 г.

Председатель Гаврикова Е.Ю.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств
2. Результаты освоения МДК, подлежащие проверке
3. Оценка освоения МДК
 - 3.1. Контроль и оценка освоения МДК
 - 3.1.1 Методы и критерии оценивания
4. Контрольно-оценочные средства для проведения промежуточной аттестации
 - 4.1. Пакет материалов
 - 4.2. Критерии оценки

1. ПАСПОРТ КОМПЛЕКТА КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

В результате освоения МДК.02.01. Основы технологии сварки обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС по профессии СПО 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки) основной профессиональной образовательной программы для профессии СПО следующими умениями, знаниями, которые формируют профессиональные компетенции, и общими компетенциями.

Обучающийся должен знать:

- устройство сварочного и вспомогательного оборудования для РД;
- назначение и условия работы контрольно измерительных приборов;
- правила их эксплуатации и область применения;
- основные группы и марки материалов, свариваемых РД.

Обучающийся должен уметь:

- проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для РД;
- настраивать сварочное оборудование для РД.

Обучающийся должен иметь практический опыт:

- проверки оснащённости сварочного поста РД;
- настройки оборудования РД для выполнения сварки.

Формируемые ОК:

Код	Наименование общих компетенций
ОК 1.	Выбирать способы решения задач деятельности применительно к различным контекстам
ОК 2.	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

Формируемые ПК:

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ВД 2	Выполнение ручной дуговой сварки (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом (по выбору).
ПК 2.1.	Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом (далее – РД)
ПК 2.2.	Настраивать сварочное оборудование для РД

Формой промежуточной аттестации по МДК является экзамен.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МДК, ПОДЛЕЖАЩИЕ ПРОВЕРКЕ

В результате аттестации по МДК осуществляется комплексная проверка умений и знаний, а также динамика формирования общих и профессиональных компетенций:

Таблица 1

Результаты (освоенные общие компетенции)	Показатели оценки результата
Уметь:	
У1-Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для РД	Перечисляет классификацию сварочного оборудования. Объясняет устройство сварочного оборудования, назначение, правила его эксплуатации и область применения. Перечисляет основные принципы работы

<p>ОК 1. Выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы</p> <p>ОК 2. Выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска</p>	<p>источников питания для сварки. Формулирует правила технической эксплуатации электроустановок. Осуществляет организацию сварочного поста. Устанавливает работоспособность и исправность оборудования поста для сварки. Объясняет эксплуатацию оборудования для сварки.</p> <p>Использование передовых информационно-коммуникационные технологии.</p> <p>Полнота и точность выделения ключевой информации. Последовательность структурирования.</p>
<p>У2 - настраивать сварочное оборудование для РД</p> <p>ОК 1 Выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы</p> <p>ОК 2. Выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска</p>	<p>Настройки оборудования РД для выполнения сварки.</p> <p>Использование передовых информационно-коммуникационные технологии.</p> <p>Полнота и точность выделения ключевой информации. Последовательность структурирования.</p>
<p>Знать:</p>	
<p>31 Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для РД, назначение и условия работы контрольно измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения</p>	<p>Трансформаторы: устройство, принцип действия. Выпрямители: устройство, принцип действия. Инверторы: устройство, принцип действия. Вспомогательные устройства для сварки.</p>
<p>32 - Основные группы и марки материалов, свариваемых РД</p>	<p>Основные группы и марки материалов, свариваемых РД</p>

3.ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ МДК

3.1. Контроль и оценка освоения МДК по темам (разделам) Таблица 2

Элемент МДК	Формы и методы контроля			
	Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
	Осваиваемые результаты	Метод контроля	Проверяемые результаты	Форма контроля
Раздел 1. Основы технологий сварки				
Тема 1.1 Сварочный пост.	31-32 ОК1-ОК2 У 1-2 ПК 2.1-2.2	Устный опрос, практические занятия.	31-32 ОК1-ОК2 У 1-2 ПК 2.1-2.2	2 семестр дифференцированный зачет
Тема 1.2	31-32	Устный		

Основные требования безопасности труда при ручной дуговой сварке.	ОК1-ОК2 У 1-2 ПК 2.1-2.2	опрос, практические занятия, тестирование		
Тема 1.3 Общие сведения об источниках питания.	31-32 ОК1-ОК2 У 1-2 ПК 2.1-2.2	Устный опрос, практические занятия, тестирование.		
Тема 1.4 Электрическая дуга и металлургические процессы при сварке	31-32 ОК1-ОК2 У 1-2 ПК 2.1-2.2	Устный опрос, практические занятия, тестирование.		

3.1.1. Методы и критерии оценивания

1. Устный опрос. Критерии оценивания.

Оценка 5 «отлично» - ответил на вопросы в объеме лекционного и дополнительного материала, дал полные грамотные ответы на все дополнительные вопросы.

Оценка 4 «хорошо» - грамотно изложил ответы на вопросы, но содержание и формулировки имеют отдельные неточности (допускается нечеткая формулировка определений), в полной мере ответил на заданные дополнительные вопросы.

Оценка 3 «удовлетворительно» - ответил на часть вопросов в объеме лекционного материала и ответил на часть дополнительных вопросов.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - допустил ошибки в определении базовых понятий, исказил их смысл, не ответил на дополнительные вопросы.

2. Тестовое задание. Критерии оценивания.

Оценка 5 «отлично» - правильно выполнено 85 – 100 % заданий.

Оценка 4 «хорошо» - правильно выполнено 70 – 84 % заданий.

Оценка 3 «удовлетворительно» правильно выполнено 55 – 69 % заданий.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - правильно выполнено 1 – 54 % заданий.

3. Самостоятельная работа. Критерии оценивания.

Оценка 5 «отлично» - работа выполнена в полном объеме; учтены все требования к данной работе; самостоятельно поставлены цели и задачи работы, соответствующие заданной теме/проблеме; получены результаты в соответствии с поставленной целью; работа оформлена аккуратно и грамотно.

Оценка 4 «хорошо» - выполнены требования к отметке «5», но были допущены два-три недочета; не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка 3 «удовлетворительно» - работа выполнена не в полном объеме, но объем выполненной части работы позволяет получить часть результатов в соответствии с поставленной целью.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы позволяет получить недостаточно результатов в соответствии с поставленной целью.

4. Лабораторная работа. Критерии оценивания.

Выполнение работы в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов, измерений – 2 балла;

Рациональный и самостоятельный выбор и подготовка необходимого оборудования для выполнения работ, обеспечивающих получение точных результатов – 2 балл;
Описание хода лабораторной работы в логической последовательности – 1 балл;
Корректная формулировка выводов по результатам лабораторной работы – 2 балла;
Выполнения всех записей, таблиц, рисунков, чертежей, графиков, вычислений в соответствии с заданием, технически грамотно и аккуратно – 2 балла;
Соблюдение правил техники безопасности при выполнении лабораторной работы – 1 балл

Перевод баллов в отметку:

Оценка 5 «отлично» - от 9 до 10 баллов

Оценка 4 «хорошо» - от 6 до 8 баллов.

Оценка 3 «удовлетворительно» - от 3 до 5 баллов.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - от 1 до 2 баллов.

5. Практическая работа. Критерии оценивания.

Оценка 5 «отлично» - работа выполнена в полном объеме, с соблюдением алгоритма выполнения: последовательности проведения измерений, заполнения таблиц, графиков и др.; правильно и аккуратно выполнены все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; получены результаты в соответствии с поставленной целью.

Оценка 4 «хорошо»- выполнены требования к отметке «5», но были допущены два-три недочета; не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка 3 «удовлетворительно» - работа выполнена не в полном объеме, но объем выполненной части работы позволяет получить часть результатов в соответствии с поставленной целью.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет получить никаких результатов в соответствии с поставленной целью.

4.КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Дифференцированный зачет

1.Форма проведения: письменная

2.Условия выполнения:

- 1.Инструкция для обучающихся: внимательно прочитайте задание.
- 2.Время выполнения: 45 минут на написание контрольной работы
- 3.Оборудование учебного кабинета: комплект плакатов, макеты сварочного оборудования.
- 4.Технические средства обучения:
- 5.Информационные источники, допустимые к использованию на экзамене:
- 6.Требования охраны труда:

3.Пакет экзаменатора:

3.1. Перечень тем выносимых на дифференцированный зачет

1. Сварочный пост.
 2. Основные требования безопасности труда при ручной дуговой сварке.
 3. Общие сведения об источниках питания.
 4. Электрическая дуга и металлургические процессы при сварке
- ##### **3.2. Перечень вопросов, выносимых на дифференцированный зачет**
1. Виды сварочных постов в зависимости от условий работы.
 - 2.Оснащение сварочного поста источниками питания.
 - 3 Устройство кабины сварочного поста и ее оснащение.
 - 4 Принадлежности и инструмент сварщика.
 5. Назначение сварочных щитков и применяемых светофильтров.

6. Кабели, сварочные провода и токоподводящие зажимы, применяемые при оснащении сварочных постов.

7. Обязанности обучающихся перед проведением сварочных работ.
8. Правила пользования спецодеждой и сварочными щитками.
9. Обязанности сварщиков по обслуживанию сварочного оборудования.
10. Требования к организации рабочего места и безопасности труда сварщика.
11. Классификация источников питания сварочной дуги.
12. Сварочные трансформаторы (устройство) для ручной дуговой сварки.
13. Регулировка тока, обслуживание сварочного трансформатора.
14. Однопостовые сварочные выпрямители (устройство).
15. Основные показатели источников питания сварочной дуги.
16. Способы зажигания сварочной дуги.
17. Основные сведения о сварочную дугу. Структура сварочной дуги.
18. Процесс образования в газе электронов и ионов.
19. Условия горения сварочной дуги.
20. Тепловое воздействие и коэффициент полезного действия сварочной дуги.
21. Признаки оптимальных условий горения дуги.
22. Перенос электродного металла в сварочный шов.
23. Причины загрязнения металла сварного шва.
24. Классификация плавящихся электродов.
25. Покрyтия электродов.
26. Маркировка плавящихся электродов.

Эталоны ответов на вопросы

1. Виды сварочных постов в зависимости от условий работы.

В зависимости от условий работы и специфики работ сварочные посты могут быть стационарными, передвижными.

Стационарный

Предназначен для длительных и стабильных сварочных работ в одном и том же месте — производственном помещении или отдельной мастерской. Некоторые особенности:

- Обычно находится внутри помещений, навесы не требуются.
- Минимальная площадь рабочего места — 3 м², максимальные размеры зависят от потребностей производства и размеров обрабатываемых деталей.
- Оборудуется мощными сварочными аппаратами, подходящими для работы с толстостенными металлами.
- На входе в сварочную зону часто вешается брезентовый полог, защищающий окружающих от искр и света.

Некоторые элементы стационарного поста:

- **Сварочный стол** — должен быть изготовлен из огнеупорных и прочных материалов (например, стали). Часто на столах устанавливаются системы для удаления дыма и газов.
- **Пол и стены** — полы должны быть выполнены из огнеупорных материалов, стены — из материалов, устойчивых к воздействию сварочного оборудования, химических веществ и высокой температуры.
- **Системы защиты** — для защиты рабочей зоны сварщика используются барьеры, экраны и перегородки, которые защищают от ультрафиолетового излучения, искр и горячих капель металла.
- **Вытяжка и вентиляция** — на сварочном посту должна быть установлена система вентиляции, которая эффективно удаляет все вредные вещества, образующиеся в процессе сварки.

Передвижной

Используется в местах, где нет возможности установить стационарное оборудование — например, на строительных площадках или для ремонта оборудования на выезде, в полевых условиях. Некоторые особенности:

- Оснащён переносными сварочными аппаратами, баллонами с газами, источниками питания и средствами защиты.
- Имеет тележки для перемещения оборудования, переносные щиты для защиты от искр и ультрафиолетового излучения, а также стойки для установки сварочных аппаратов.
- Должен быть оснащён мощными источниками освещения для работы в ночное время, а также защищён от дождя, снега и других неблагоприятных внешних факторов.

2. Оснащение сварочного поста источниками питания.

Сварочный пост оснащают источниками питания, которые обеспечивают питание сварочной цепи электрическим током. Эти устройства должны обеспечивать лёгкое зажигание и стабильное горение сварочной дуги, обеспечивать необходимые силу сварочного тока и напряжение на дуге, иметь динамические свойства (способность восстанавливать напряжение на дуге после момента короткого замыкания) и устройства для регулирования силы сварочного тока.



Виды

Некоторые виды источников питания для сварочного поста:

Сварочные трансформаторы — для сварки переменным током. Снижают напряжение в сети до 60–80 В на холостом ходу и до 20 В в процессе работы.

Сварочные выпрямители — преобразуют переменный ток в постоянный. Используют специальные селеновые или кремниевые полупроводниковые элементы.

Сварочные преобразователи — состоят из сварочного генератора, вращение ротора которого обеспечивается электрическим двигателем.

Сварочные агрегаты — состоят из генератора, ротор которого вращается за счёт работы двигателя внутреннего сгорания, то есть преобразуют механическую энергию в электрическую.

Источники питания классифицируют по разным признакам, например:

Роду тока — источники переменного (сварочные трансформаторы) и постоянного тока (преобразователи, агрегаты и выпрямители).

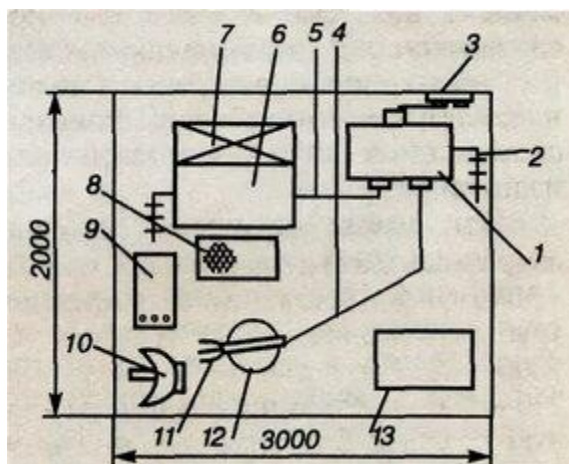
Внешней характеристике — источники с крутопадающими, жёсткими, возрастающими и смешанными вольт-амперными характеристиками. Например, для ручной дуговой сварки плавящимся электродом и автоматической сварки под флюсом

источник должен иметь падающую внешнюю характеристику, для сварки в защитных газах (аргоне, углекислом газе, гелии) — жёсткую.

Количеству одновременно питаемых постов — источники однопостовые и многопостовые.

3. Устройство кабины сварочного поста и ее оснащение.

Кабина сварочного поста — это изолированное рабочее место сварщика, где предусмотрены разные зоны: сварки, хранения деталей, аппаратуры, инструмента, расходников.



Некоторые особенности устройства кабины сварочного поста:

Размеры зависят от объемов работ: например, для сварки небольших изделий кабина может быть размером 2×1, 2×2 или 2×3 м, высота — не менее 2 м.

Стены изготавливают из негорючих материалов: тонких стальных листов, асбестоцементных плит. Для окраски стен используют цинковые белила, жёлтый крон или титановые белила, которые хорошо поглощают ультрафиолетовые лучи.

Вход в кабину делают в виде штор из брезента с огнестойкой пропиткой.

Пол — из огнестойких материалов. Между стенками кабины и полом должен быть зазор не менее 50 мм для вентиляции.

Дверной проём обычно закрывают брезентовым занавесом, укреплённым на кольцах.

Стенки сварочной кабины красят в тёмный матовый цвет, чтобы поглощать свет и минимизировать блики.

В кабине сварочного поста устанавливают, например:

Металлический сварочный стол высотой 0,5–0,6 м для работы сидя или 0,9 м для работы стоя. К столу прикрепляют «карманы» для электродов и огарков или устанавливают металлические ящики около кантователя.

Стул с подъёмным сиденьем для работы сидя.

Карманы или ящики для отходов, инструментов и необходимых для сварки материалов.

Сварочный аппарат и пусковую аппаратуру, как правило, устанавливают в кабине, но они могут быть вынесены за её пределы. В этом случае сварочные аппараты располагают на расстоянии не более 15 м от кабины.

Вентиляцию и консольный кран для подачи изделий под сварку.

Важно: вытяжные зонты не используют, так как они способствуют вдыханию пыли и газов — над столом устанавливают местные отсосы, вентилятор располагается вне помещения.

4. Принадлежности и инструмент сварщика.

Сварщику необходимы как принадлежности, так и инструменты для выполнения сварочных работ.

Некоторые принадлежности сварщика:

Защитная маска — защищает глаза от ультрафиолетового излучения и брызг раскалённого металла. Например, маска «хамелеон» автоматически меняет степень затемнённости в зависимости от внешней освещённости.

Сварочные краги — специальные перчатки из спилковой кожи, защищают кисти рук и предплечья от ожогов. В крагах можно придерживать заготовки и безопасно касаться их после остановки процесса.

Карандаши, маркеры, стеатитовые мелки — нужны для выполнения разметки на металле перед раскроем заготовок.

Зеркала сварщика — позволяют выполнять сваривание деталей в труднодоступных местах.

Электродпечь — предназначена для прокаливания отсыревших электродов, что особенно важно при использовании электродов с основным покрытием.

Щётка для зачистки швов — удаляет небольшую ржавчину, шлак, окалину.

Отрезные круги — нужны для раскроя металла на заготовки, подгонки деталей, формирования фасок и других работ.

Лепестковые круги — используются для удаления ржавчины, краски, консервантов металла, зачистки сварных швов.

Изображения различных принадлежностей для работы сварщика: защитная маска, перчатки, краги, нарукавники и др:



Инструменты

Некоторые инструменты для работы сварщика:

Молоток шлакоотбойный — предназначен для очистки сварных швов от шлака и окалины.

Магнитные угольники (держатели) — помогают при сваривании конструкций из профильной трубы, уголка.

Центраторы — предназначены для фиксации труб (в том числе профильных) с соблюдением соосности.

Шаблон сварщика — предназначен для контроля над различными элементами электросварки, например, измерения глубины дефектов, высоты сварочного шва.

Электроды — специальные стержни, которые подводят ток к обрабатываемым деталям. Для ручной дуговой сварки используют плавящиеся электроды, для полуавтоматической и автоматической дуговой сварки в защитной среде инертного/активного (MIG/MAG) газа — специальную проволоку.

Кабель с клеммой заземления — соединяет сварочный аппарат с землёй, используется для защиты от поражения электрическим током.

Стальная щётка и зубило — щётка нужна для подготовки изделия к сварке, с её помощью удаляется слой ржавчины, создающий помехи для контакта с электродом. Зубило предназначено для устранения дефектов сварки, путём вырубки проблемных участков шва.

Угловая шлифовальная машина — может понадобиться при подгонке заготовок.

Каждый сварщик подбирает принадлежности для себя в зависимости от вида работ.

Изображения различных инструментов для работы сварщика: держатели электродов, молотки, струбцины и др.

5. Назначение сварочных щитков и применяемых светофильтров.

Сварочные щитки (маски) и светофильтры предназначены для защиты глаз и лица сварщика от вредных факторов, связанных с работой со сваркой. Процесс сваривания металлов сопровождается горением электрической дуги, при этом на сварщика воздействует несколько видов излучения: тепловое (инфракрасное), оптическое (видимое), ультрафиолетовое. Кроме того, лицо сварщика подвергается воздействию искр, брызг металла и мелких частичек пыли и грязи.

Сварочные щитки

Назначение: защитить глаза от яркого свечения дуги и опасных спектров излучения. Также щиток позволяет видеть рабочую зону во время розжига и поддержания сварочной дуги.

Некоторые виды сварочных щитков:

Ручной — плоское устройство со встроенным затемнённым стеклом, снабжённое ручкой. Во время работы сварщик одной рукой выполняет сварочные швы, другой держит щиток. Плюс — защиту можно быстро убрать от лица для проверки качества соединений. Недостатки: плохая видимость из-за сильного затемнения стекла, щиток не защищает шею, волосы, уши, невозможно задействовать обе руки. Обычно применяется только при выполнении разовых работ.

Щиток с креплением на каске или голове — фиксируется на голове сварщика или каске с помощью ремней. Шлем легко поднимается одной рукой и опускается на лицо одним кивком головы. Такая защита подойдёт при выполнении несложных кратковременных манипуляций.

Светофильтры

Назначение: пропускать только безопасное количество света, одновременно сохраняя достаточную видимость сварочной ванны и зоны шва.

Некоторые виды светофильтров для сварочных масок:

Затемнённое стекло — бюджетный вариант с фиксированной степенью затемнения. В стекло добавляют примеси цветных металлов, от количества которых зависит уровень светопропускания.

Автоматический светофильтр — автоматически меняет степень затемнения в зависимости от интенсивности светового излучения. Такой фильтр состоит из нескольких жидкокристаллических слоёв, которые под воздействием светового излучения меняют своё положение, блокируя прохождение света. Автоматические фильтры используются в масках «хамелеон».

Степень затемнения светофильтра выбирают, отталкиваясь от освещённости рабочего места и силы сварочного тока. Чем больше света и выше сила тока, тем темнее должно быть стекло.

6. Кабели, сварочные провода и токоподводящие зажимы, применяемые при оснащении сварочных постов.

При оснащении сварочных постов применяют различные виды кабелей, сварочных проводов и токоподводящих зажимов. Эти элементы предназначены для подведения тока

от сварочного аппарата к держателю электродов и заземляющему зажиму («массе») для создания замкнутого контура.

Сварочные кабели используют для подачи питания на автоматические, полуавтоматические и ручные установки.

Провода

По функциональному назначению различают:

Силовой провод — для подключения инвертора, трансформатора или иного устройства к электролинии.

Соединительный кабель для сварки — для передачи рабочего напряжения.

Провод для держателя — подаёт электроток на контактную часть сварочного аппарата.

Заземляющий и/или нулевой провод.

Зажимы

Контактные зажимы обеспечивают электрический контакт между сварочным кабелем и сварочной деталью. Они обычно состоят из двух частей: электрододержателя и зажимного механизма.

Типы:

Ручные — для ручной дуговой сварки, где сварщик самостоятельно устанавливает зажим на сварочную деталь.

Автоматические — чаще всего применяются в автоматической сварке, где устройства устанавливаются на сварочную машину и автоматически фиксируются на сварочной детали.

Требования:

- Надёжность контакта электрода с сварочной деталью — плохой контакт может привести к плохому качеству сварочного соединения и повышенному электрическому сопротивлению, что может привести к перегреву зажима или сварочного аппарата.
- Удобство использования — зажимы должны обеспечивать лёгкое и быстрое крепление на сварочной детали, а также быть удобными в смене электродов.
- Безопасность сварщика — зажимы должны предотвращать возможность случайного контакта с электрическим током.

7. Обязанности обучающихся перед проведением сварочных работ

Некоторые обязанности обучающихся перед проведением сварочных работ:

- Получить задание на выполнение работы у мастера.
- Подготовить необходимые средства индивидуальной защиты. Например, при потолочной сварке — асбестовые или брезентовые нарукавники, при работе лёжа — тёплые подстилки, во влажных помещениях — диэлектрические перчатки, галоши или коврики, при сварке или резке цветных металлов и сплавов — шланговый противогаз.
- Проверить рабочее место и подходы к нему на соответствие требованиям безопасности. Нужно убедиться, что нет неисправностей защитного щитка, сварочных проводов, электрододержателя и других элементов.
- Подготовить инструмент, оборудование и технологическую оснастку, необходимые при выполнении работ, проверить их исправность и соответствие технике безопасности.
- Убедиться, что кромки свариваемого изделия и прилегающая к ним зона (20–30 мм) очищена от ржавчины, шлака и т. д. При очистке необходимо пользоваться защитными очками.
- Свариваемые детали до начала сварки должны быть надёжно закреплены.

Обнаруженные неисправности и нарушения требований безопасности нужно устранить собственными силами до начала работ, а при невозможности сделать это — сообщить о них мастеру.

8. Правила пользования спецодеждой и сварочными щитками.

При выполнении сварочных работ необходимо использовать специальную одежду и сварочные щитки для защиты от искр, брызг расплавленного металла и излучения электрической дуги.

Некоторые правила пользования спецодеждой для защиты при сварочных работах:

Использовать одежду, соответствующую условиям эксплуатации. Выделяют три класса защиты:

Первый класс — для эксплуатации на расстоянии до источника искр и брызг расплавленного металла более 2 м.

Второй класс — для работ, при которых расстояние от работающего до источника искр и брызг расплавленного металла от 0,5 до 2 м включительно.

Третий класс — для работ, при которых расстояние от работающего до источника искр и брызг расплавленного металла менее 0,5 м.

Учитывать конструкцию. Не допускаются складки и отвороты в местах, где могут скапливаться брызги расплавленного металла. Конструкция низа рукава должна препятствовать проникновению искр и брызг внутрь.

Закрывать застёжки планками, клапанами или подобными элементами, чтобы не образовывались отверстия или складки в местах, где могут скапливаться брызги.

Куртка должна закрывать верхнюю часть брюк не менее чем на 20 см при выполнении рабочих операций.

Для дополнительной защиты к основной одежде могут применяться дополнительные элементы — фартук, нарукавники, пелерина.

Важно: спецодежда предназначена только для защиты от кратковременного случайного соприкосновения с деталями сварочных установок, находящимися под напряжением. При увеличении риска удара током требуются дополнительные электроизолирующие слои.

Сварочные щитки

Некоторые правила пользования сварочными щитками:

- Использовать щиток по назначению — для защиты глаз и лица от излучения электрической дуги, искр и брызг расплавленного металла при электросварке. Не применять щиток для лазерной и кислородно-ацетиленовой сварки из-за малого светового потока, создаваемого этими видами сварки.

- Не использовать щиток без защитных прозрачных пластин светофильтра — это может повредить светочувствительный модуль.

- Не погружать щиток (фильтр) в воду или любые другие жидкости.

- При очистке экрана светофильтра запрещается использовать растворители, масляные и абразивные вещества — применять чистую ткань из хлопка, увлажнённую неагрессивной жидкостью (слабый мыльный раствор, средство для мытья стёкол).

- Не класть щиток на горячую поверхность.

- Использовать щиток в диапазоне температур, указанном в технических параметрах на данный щиток.

- Запрещено использовать щиток при неисправном светофильтре или при повреждённых защитных пластинах (царапины, трещины, сколы) — необходимо немедленно заменить повреждённые пластины.

- Запрещено вскрывать картридж светофильтра.

Перед началом работы со сварочным щитком рекомендуется изучить инструкцию по эксплуатации и правила техники безопасности. К работе со щитком допускаются лица не моложе 18 лет, изучившие инструкцию, имеющие допуск к самостоятельной работе и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

9. Обязанности сварщиков по обслуживанию сварочного оборудования.

Сварщики обязаны обслуживать сварочное оборудование — поддерживать его в исправном состоянии, чтобы обеспечивать качество и безопасность сварочных работ. Некоторые обязанности:

- Ежедневный осмотр и проверка работоспособности оборудования перед началом работ.
- Контроль состояния кабелей, шлангов, горелок и держателей электродов.
- Проверка надёжности заземления и средств защиты от поражения электрическим током.
- Очистка оборудования от пыли, грязи и брызг металла.
- Регулярная смазка подвижных частей механизмов подачи проволоки.
- Своевременная замена изношенных деталей (сопла, контактные наконечники, диффузоры).
- Контроль и настройка параметров сварочного тока, напряжения и подачи защитного газа.
- Калибровка измерительных приборов аппаратуры.

Периодичность

Перечень мероприятий и их периодичность определены в нормативах и правилах, касающихся конкретной аппаратуры. Например:осмотр сварочных аппаратов переменного и постоянного тока (трансформаторов и выпрямителей) — дважды в месяц;

- осмотр сварочных инверторных преобразователей — еженедельно;
- осмотр оборудования для автоматической и полуавтоматической сварки — ежедневно.

Также проверки проводятся, когда аппаратура вводится в эксплуатацию после продолжительного перерыва в работе, и если на оборудовании обнаружены механические или электрические повреждения.

На предприятии, где есть сварочные участки, составляется график технических осмотров, текущих и капитальных ремонтов, который утверждается главным инженером организации. В графиках указываются вид проводимого мероприятия, дата его проведения и фамилии ответственных лиц.

Порядок проведения

Проверки должны проводиться в соответствии с требованиями, прописанными в технических документах к оборудованию. Если инструкция по эксплуатации не содержит раздела о рекомендуемых методиках испытаний, при их выполнении необходимо руководствоваться ГОСТами.

Некоторые рекомендации по обслуживанию:

- Кабели с повреждённой изоляцией надо заменить или заизолировать.
- Окисленные контакты зачистить и соединить снова.
- Расшатанные винтовые разъёмы подтянуть.
- Пыль и грязь удалить чистой тряпкой, если нет возможности продуть сжатым воздухом.

По окончании проверки выполнявший её сотрудник должен сделать соответствующую запись в специально предназначенном для этих целей журнале.

Ответственность

Сварщики несут ответственность за ненадлежащее исполнение или неисполнение своих должностных обязанностей, предусмотренных должностной инструкцией.

Нарушения, связанные с обслуживанием сварочного оборудования, могут привести к дисциплинарным, административным или уголовным наказаниям.

Важно: мероприятия по обслуживанию и ремонту оборудования должны проводиться только квалифицированными специалистами — самостоятельная попытка провести обслуживание может привести к негативным последствиям

10. Требования к организации рабочего места и безопасности труда сварщика.

Некоторые требования к организации рабочего места и безопасности труда сварщика, согласно приказу Минтруда России от 11.12.2020 №884н:

К организации рабочего места относятся, например:

- Оборудование стационарных рабочих мест. При работе в положении «сидя» должен быть поворотный стул со сменной регулируемой высотой и подставка для ног с наклонной плоскостью опоры. При работе в положении «стоя» — подставки (подвески), уменьшающие статическую нагрузку на руки сварщиков.

- Оборудование рабочих мест на участках электросварочных поточно-механизированных линий. Для автоматизированных процессов, сопровождающихся образованием вредных аэрозолей, газов и излучений, предусматривается дистанционное управление и (или) использование средств индивидуальной защиты.

- Расположение оборудования и пультов управления. На электросварочных поточно-механизированных линиях оборудование и пульты управления должны располагаться в одной плоскости, чтобы избежать необходимости перемещения работников по вертикали.

- Отделение участков электросварочных поточно-механизированных линий. Участки должны отделяться проходами от соседних участков, стен, подъездных путей. Расстояние от места сварки до проходов должно быть не менее 5 м.

- Отделение нестационарных рабочих мест. При сварке открытой электрической дугой или газовой резки/сварки металлов нестационарные рабочие места в помещении отделяются от смежных рабочих мест и проходов несгораемыми экранами (ширмами, щитами) высотой не менее 1,8 м.

К безопасности труда относятся, например, такие требования:

- Не допускать на рабочее место лиц, не имеющих отношения к работе, не передавать управление машиной контактной сварки посторонним лицам.

- Не производить смазку, чистку и уборку машины во время её работы.

- Следить за тем, чтобы провода не соприкасались с водой, а также чтобы на них не падали брызги расплавленного металла.

- Проверять электроды: в случае «прилипания» электродов немедленно остановить машину контактной сварки и сообщить руководителю работ.

- Соблюдать технологический режим, предусмотренный технологическим процессом.

- Обеспечивать безопасность рук при работе роликов, электродов и других движущихся частей.

- Не трогать электроды и не проверять руками места сварки.

- Не переставлять что-либо на машине контактной сварки или внутри машины контактной сварки во время её работы, не облакачиваться на машину контактной сварки.

- Не реже двух раз в смену производить полную очистку сварочного контура от грата, брызг расплавленного металла, окислов, окалины.

Электросварочные и газосварочные работы повышенной опасности выполняются в соответствии с письменным распоряжением — нарядом-допуском на производство работ повышенной опасности, оформляемым уполномоченными работодателем должностными лицами.

11. Классификация источников питания сварочной дуги.

Источники питания сварочной дуги классифицируют по разным признакам, например по роду тока, внешней характеристике, количеству одновременно питаемых постов и другим. К ним относятся трансформаторы, генераторы, выпрямители и инверторы.

Трансформаторы

Преобразуют переменный ток сети в переменный ток другого напряжения той же частоты и служат для питания сварочной дуги. Некоторые особенности:

- Имеют стальной сердечник (магнитопровод) и две изолированные обмотки: первичную (подключена к сети) и вторичную (подключена к электрододержателю и свариваемому изделию).
- Для надёжного зажигания дуги вторичное напряжение трансформаторов должно быть не менее 60–65 В, напряжение дуги при ручной сварке обычно не превышает 20–30 В
- Трансформаторы бывают однофазными (для бытовой сети 220 В) и трёхфазными (для промышленной сети 380 В).

Генераторы

Преобразуют механическую энергию, получаемую от бензинового или дизельного двигателя, в электрическую. Некоторые особенности:

- Конструкция генератора включает вращающийся ротор и статичный статор.
- При вращении ротора внутри статора создаётся переменный ток (АС).
- В разных типах генераторов вырабатываемый ток может быть преобразован из переменного в постоянный (DC), если это требуется для сварки.
- Генерируемый генератором ток направляется к сварочному аппарату, где используется для создания электрической дуги между сварочной электродной проволокой и металлической деталью.
- В зависимости от модели генераторы могут иметь различные функции: регулировку силы тока, защиту от перегрузок, возможность быстро переключаться на часто используемые режимы сварки.

Выпрямители

Преобразуют переменный ток в постоянный, снижают напряжение и повышают силу тока до оптимальных значений. Некоторые особенности:

- В конструкцию входят силовой понижающий трансформатор, выпрямительный диодный блок (могут быть неуправляемые вентили (кремниевые диоды) или управляемые вентили (тиристоры)), пусковое устройство, панель управления, блок защиты от перегрузок по току и перегрева, система охлаждения.
- Существуют однофазные (работают от однофазной бытовой электросети напряжением 220 В) и трёхфазные (функционируют от промышленной сети напряжением 380 В) выпрямители.
- Недостатки: восприимчивость к скачкам напряжения в электросети, высокая вероятность выхода из строя аппарата при коротком замыкании, высокие требования к влажности и уровню запылённости окружающего пространства.

Инверторы

Преобразуют сетевой переменный ток в постоянный сварочный ток с промежуточным изменением его частоты. Некоторые особенности:

- Сетевое переменное напряжение подаётся на выпрямитель, после чего силовой модуль преобразует постоянное напряжение в переменное с повышенной частотой.
- Высокочастотный сварочный трансформатор имеет существенно меньшую массу, чем сетевой, и его напряжение после выпрямления подаётся на сварочную дугу.

- В зависимости от модели инверторы работают от однофазной или трёхфазной сети. Бытовые и полупрофессиональные приборы подключаются к стандартной сети напряжением 220 В, профессиональные, промышленные модели — на сеть 380 В.

- Некоторые функции инверторов: HOT START («горячий старт») — повышение силы начального тока для лучшего поджига дуги, антистик — автоматическое снижение силы тока при касании поверхности детали, чтобы исключить прилипание электрода.

Преимущества инверторов: уменьшение габаритов и массы сварочных аппаратов, улучшение динамической характеристики дуги, возможность реализовать плавные регулировки сварочных параметров.

Недостатки: ограниченность по коэффициенту загрузки из-за значительного нагрева элементов схемы, повышенная чувствительность к влажности воздуха и конденсату, выпадающему внутри корпуса, высокий уровень создаваемых высокочастотных электромагнитных помех.

12 Сварочные трансформаторы (устройство) для ручной дуговой сварки.

Сварочный трансформатор — это устройство, предназначенное для ручной дуговой сварки (ММА), которое понижает входящее напряжение сети до уровня, необходимого для создания электрической дуги, и одновременно повышает силу тока. Это позволяет плавить металл и формировать сварной шов. smsm.ru +1



Основные элементы конструкции

1. Сердечник (магнитопровод). Изготавливается из стальных пластин электротехнической стали. Служит для передачи вихревых магнитных потоков между обмотками.

2. Первичная обмотка. Выполнена из изолированного провода, подключается к источнику переменного тока (сети).

3. Вторичная обмотка. Изготовлена из неизолированного провода, подключается к держателю электрода. Неизолированный провод обеспечивает повышенную теплоотдачу, что понижает сопротивление обмотки.

4. Зажимы или клеммы. Используются для снятия напряжения с аппарата и подачи его на свариваемую конструкцию.

5. Изолированные кабели. Необходимы для питания трансформатора.

6. Кнопки и переключатели. Обеспечивают управление и регулировку рабочих параметров.

7. Корпус. Металлический кожух, защищающий внутренние элементы от повреждений и предотвращающий поражение током. В корпусе предусмотрены вентиляционные решётки для отвода тепла.

Все детали размещаются в металлическом корпусе с вентиляционными решётками.

Принцип работы

1. Сетевое напряжение (обычно 220 В или 380 В) подаётся на первичную обмотку.

2. Ток, протекающий по виткам первичной катушки, создаёт электродвижущую силу (ЭДС) направленного действия.

3. В сердечнике поток ЭДС генерирует переменное магнитное поле и передаёт его на вторичную обмотку.

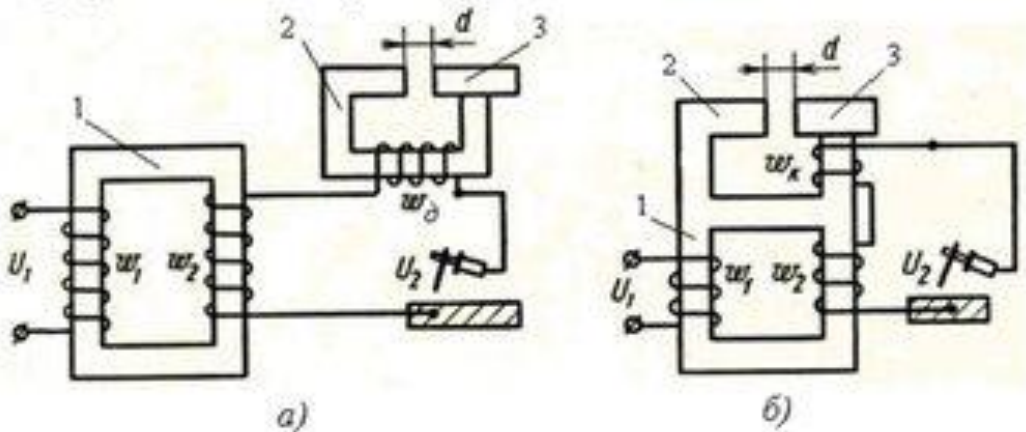
4. Из-за разницы в количестве витков в первичной и вторичной обмотках повышается сила тока и понижается напряжение.

5. На вторичной обмотке генерируется ток от 80 до 500 А, который используется для сварки.

6. При замыкании металла с электродом возникает электрическая дуга, обеспечивающая сваривание металла.

13. Регулировка тока, обслуживание сварочного трансформатора.

Регулировка тока в сварочном трансформаторе осуществляется механическими способами, так как в отличие от инверторов регулировка всегда осуществляется за счёт изменения параметров обмоток или магнитного сопротивления. Это позволяет адаптировать режим сварки под разные материалы и диаметры электродов.



Способы регулировки тока

- Изменение расстояния между первичной и вторичной обмотками. При уменьшении расстояния сила тока увеличивается, при увеличении — уменьшается. Для регулировки часто используется вертикальный винт с ленточной резьбой и рукояткой.

- Изменение зазора между пластинами магнитопровода. При увеличении зазора сила тока понижается, и наоборот.

- Изменение числа витков вторичной обмотки. При увеличении количества витков сила тока уменьшается, а напряжение увеличивается. С уменьшением числа витков сила тока повышается, напряжение понижается.

- Использование подвижных шунтов или дросселей. Например, в трансформаторах типов ТС, ТСК или ТД плавная регулировка тока достигается за счёт перемещения магнитного шунта.

- Ступенчатое регулирование — соединение катушек обмоток последовательно (для малых токов) или параллельно (для больших токов).

На корпусе некоторых трансформаторов есть шкала с делениями, которая помогает установить необходимый ток.

Обслуживание сварочного трансформатора

Некоторые правила эксплуатации и обслуживания:

- Перед началом работ необходимо проверить заземление, отсутствие оголённых проводов, надёжность крепления болтовых, винтовых и контактных соединений, наличие и правильное закрепление защитных кожухов, отсутствие повреждений. Такую поверку следует проводить ежедневно.

- Перед пуском нового трансформатора требуется его расконсервировать, удалить смазку, продуть воздухом, проверить сопротивление изоляции, заземлить корпус (к болту «Земля»), проверить соответствие напряжения в сети и трансформатора.

- Сварочный трансформатор должен быть установлен вдали от источников тепла. Нельзя допускать работу с перегрузками, чтобы избежать перегрева трансформатора и повреждения изоляции его обмоток. Также необходимо защищать оборудование от попадания влаги — это может привести к пробое изоляции и межвитковому замыканию.

- Раз в месяц следует проверять сопротивление изоляции между вторичной и первичной катушками и корпусом, а также между обмотками (предварительно отключив конденсатор для подавления радиопомех). Если сопротивление не соответствует паспортному, трансформатор просушивают тёплым воздухом и замеряют ещё раз.

- Необходимо продувать трансформатор для очистки сердечника и обмотки от пыли и загрязнений.

- Ежемесячно следует обрабатывать тугоплавкой смазкой винт подвижного элемента сердечника. Смазывать также необходимо посадочные поверхности колёс трансформатора, подпятники переключателей, поверхности подвижных катушек.

- Раз в три месяца рекомендуется проверять исправность конденсатора, устраняющего радиопомехи, и при необходимости заменять его.

Некоторые возможные неисправности и их устранение:

Чрезмерное нагревание аппарата может произойти из-за установки параметров тока, превышающих номинальные показатели. В этом случае может потребоваться полная перемотка трансформатора.

Замыкание цепи требует разборки устройства и замены вышедшей из строя детали.

Перегрев контактов может быть вызван плохим примыканием в соединениях. После отключения аппарата следует зачистить и плотно соединить все контакты, при необходимости заменив изношенные провода.

Разболтанность внутренних гаек и болтов характеризуется повышенным шумом и вибрацией. Устранить неисправность можно, разобрав устройство и подтянув каждое из соединений.

14. Однопостовые сварочные выпрямители (устройство).

Однопостовые сварочные выпрямители — это статические преобразователи энергии трёхфазной сети переменного тока в энергию выпрямленного тока, используемую для дуговой сварки. Они предназначены для питания одной сварочной дуги и применяются при ручной дуговой сварке, полуавтоматической и автоматической сварке под флюсом, а также при сварке в защитных газах.

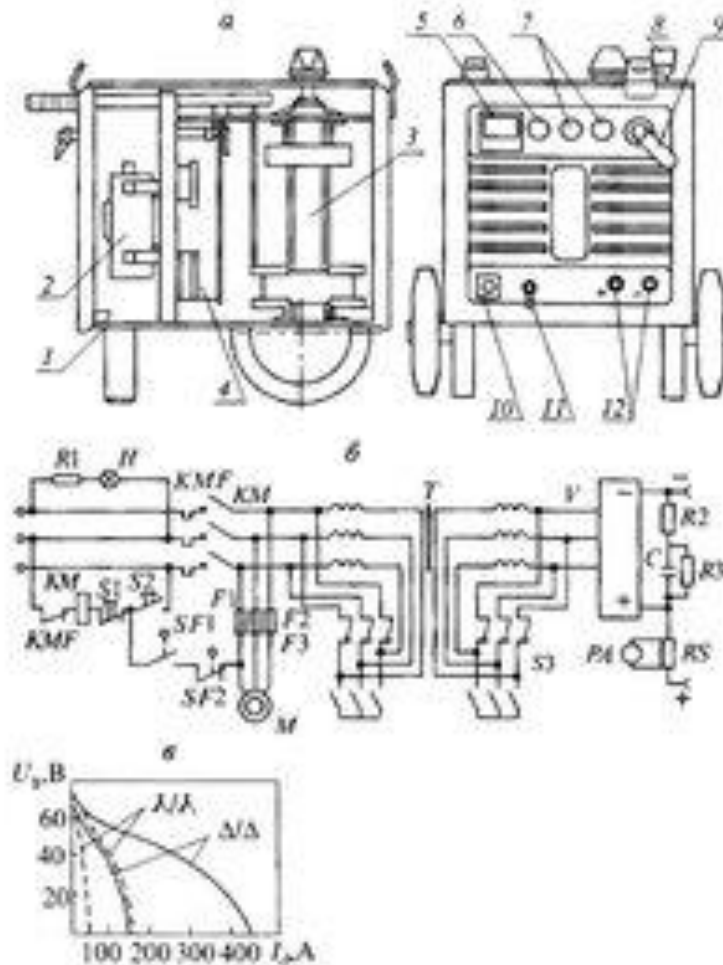


Рис. 4.19. Выпрямитель ВД-306: а — конструкция; б — принципиальная схема; в — внешние характеристики

Основные компоненты однопостового сварочного выпрямителя

Понижающий трёхфазный трансформатор. Преобразует энергию питающей сети в энергию, необходимую для сварки, и регулирует сварочный ток за счёт изменения расстояния между первичной и вторичной обмотками. Для однопостовых выпрямителей характерно использование трёхфазных трансформаторов, так как они обеспечивают равномерную загрузку трёхфазной сети и минимальные пульсации выпрямленного напряжения.

Выпрямительный блок. Собирается по одно- или трёхфазной мостовой схеме. Трёхфазная схема наиболее распространена, так как способствует более устойчивому горению сварочной дуги, равномерному распределению нагрузки на все три фазы сети и оптимальному использованию трансформатора. В каждом плече моста установлены вентили, которые выпрямляют оба полупериода переменного тока в трёх фазах.

Полупроводниковые вентили. Преобразуют переменный ток сети в постоянный. Могут быть неуправляемыми (диоды) или управляемыми (тиристоры). Кремниевые вентили требуют принудительного охлаждения, поэтому выпрямители с ними оснащаются вентиляторами.

Пускорегулирующая и защитная аппаратура. Включает устройства для регулирования сварочного тока и защиты аппарата от перегрузок по току и перегрева.

Система охлаждения. Включает вентили и вентилятор, который обдувает полупроводниковые элементы, снижая их температуру.

Панель управления. На ней расположены органы регулировки и контрольно-измерительные приборы (например, вольтметр и амперметр).

Типы внешних характеристик

Падающие. Используются при ручной дуговой сварке. Падающая характеристика может создаваться за счёт включения в сварочную цепь реактивной катушки, применения трансформатора с усиленным магнитным рассеиванием или балластного реостата.

Жёсткие или пологопадающие. Применяются при сварке плавящимся электродом в углекислом газе, под флюсом, порошковой проволокой.

Универсальные. Позволяют формировать как жёсткую, так и падающую характеристики. Используются при сварке электродной проволокой под слоем флюса, в среде защитных газов, а также порошковой проволокой.

Дополнительные особенности

Способы регулирования сварочного тока. Могут быть механическими (витковыми, магнитными) или электронными (фазовыми, импульсными).

Дистанционное управление. Некоторые модели предусматривают возможность дистанционного включения нагрузки и регулирования сварочного тока.

Климатическое исполнение. Выпрямители могут изготавливаться для работы в разных климатических условиях (например, в районах с умеренным или тропическим климатом).

15. Основные показатели источников питания сварочной дуги.

Основные показатели источников питания сварочной дуги включают технические, эксплуатационные и технологические характеристики, которые определяют качество сварки, безопасность и эффективность работы.

Технические показатели

Внешняя вольтамперная характеристика (ВАХ). Зависимость напряжения на выходных зажимах от величины тока нагрузки. В зависимости от типа сварки (ручная дуговая, полуавтоматическая, автоматическая) требуются разные виды внешних характеристик: падающие, пологопадающие, жёсткие или универсальные. Например, для ручной дуговой сварки часто используют источники с крутопадающей ВАХ, а для сварки в защитных газах — с жёсткой или пологовозрастающей.

Напряжение холостого хода. Напряжение между выходными зажимами источника питания при разомкнутой внешней сварочной цепи. Обычно составляет 50–90 В, но не должно превышать 80 В для источников переменного тока и 90 В — для постоянного. Для безопасного режима часто ограничивают до 12 В.

Номинальный сварочный ток. Значение тока, на которое рассчитан источник питания. Определяется допустимым нагревом основных частей источника.

Диапазон регулирования сварочного тока. Например, от 30 до 130% от номинального сварочного тока, что позволяет использовать электроды разных диаметров.

Продолжительность нагрузки (ПН). Характеризует режим работы источника питания в перемежающемся режиме (когда работа под нагрузкой чередуется с работой на холостом ходу). Показывает чистое время горения дуги в течение одного полного цикла.

Продолжительность включения (ПВ). Используется для источников, работающих в повторно-кратковременном режиме. Также отражает чистое время горения дуги в течение одного полного цикла.

Эксплуатационные и технологические показатели

Коэффициент полезного действия (КПД). Важный технико-экономический показатель, отражающий эффективность преобразования энергии.

Коэффициент мощности ($\cos \varphi$). Учитывает соотношение активной и полной мощности в цепи.

Динамические свойства. Время восстановления напряжения от момента короткого замыкания до активации дуги. В хорошем источнике питания этот показатель должен быть не более 0,05 с.

Ограничение тока короткого замыкания. Ток при коротком замыкании должен быть ограничен. Обычно отношение тока короткого замыкания к рабочему току находится в пределах 1,1–1,5, в некоторых случаях — до 2.

Стабильность горения дуги. Источник должен обеспечивать лёгкое зажигание дуги и её стабильное горение в период сварки.

Возможность регулирования длины дуги. Для полуавтоматической и автоматической сварки важно, чтобы источник обеспечивал саморегулирование длины дуги.

Дополнительные характеристики

Род тока. Источники питания могут быть на постоянном или переменном токе.

Количество обслуживаемых постов. Однопостовые и многопостовые источники.

Условия эксплуатации. Например, диапазон рабочих температур, требования к влажности и окружающей среде.

При выборе источника питания необходимо учитывать тип сварки, требуемые технологические параметры, условия эксплуатации и другие факторы, чтобы обеспечить оптимальное качество и эффективность сварочных работ.

16. Способы зажигания сварочной дуги.

При ручной дуговой сварке покрытыми электродами существуют два основных способа зажигания сварочной дуги:

1. Впритык (касание, «тычка»). После короткого соприкосновения торца электрода с изделием электрод резко отводят на высоту, равную или чуть больше диаметра электрода. Этот способ часто применяют в узких, труднодоступных и неудобных местах.

Недостаток: при длительном коротком замыкании или отрыве электрода на длину, превышающую диаметр электрода, с последующим чрезмерным укорачиванием дуги может произойти залипание электрода к изделию. Чтобы избежать этого, рекомендуется плавно укорачивать дуговой разряд до необходимой длины после его стабилизации.

2. Чирканьем (напоминает движение при зажигании спички). При поступательном движении электрода после соприкосновения его торца с изделием и появления искрения электрод поднимают на высоту до возникновения сварочной дуги. После стабильного горения переходят на необходимую длину дуги. Этот способ считается более предпочтительным по сравнению с первым.

Дополнительные рекомендации:

- Для облегчения зажигания рабочий торец электрода можно зачистить от покрытия, сняв равномерную фаску, и покрыть специальной графитосодержащей пастой, которая снижает удельное электросопротивление торца.

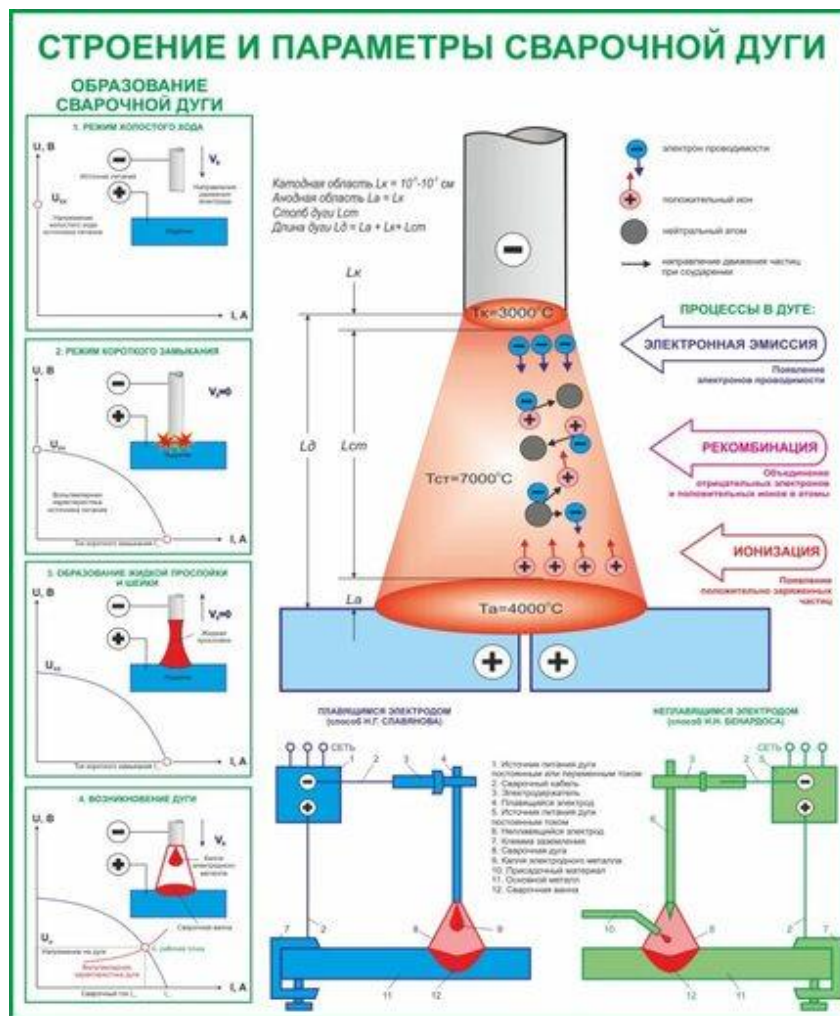
- Зажигание дуги производят в зоне сварочного шва впереди кратера.

- Перед зажиганием дуги необходимо установить необходимую силу сварочного тока, которая зависит от марки электрода, типа сварного соединения, положения шва в пространстве и других факторов.

Выбор способа зажигания дуги зависит от условий сварки и навыков сварщика.

17. Основные сведения о сварочную дугу. Структура сварочной дуги.

Сварочная дуга — это устойчивый электрический разряд в ионизированной газовой среде (плазме) между электродом и свариваемым материалом, характеризующийся высокой температурой и плотностью тока. Она используется для расплавления металла и создания прочных сварных соединений.



Основные сведения о сварочной дуге

Принцип возникновения: при включении сварочного аппарата и соприкосновении электрода с металлом образуется кратковременный электрический разряд. Электроны начинают движение от анода (положительного полюса) к катоду (отрицательному), ионизируя воздух, который становится проводником электричества. Когда электрод отводится на небольшое расстояние, возникает устойчивый электрический столб плазмы — сварочная дуга.

Температура: в зоне дуги может достигать 6000–10 000 °С, что способствует быстрому плавлению металла. Температура на поверхности сварочной ванны и конце электрода примерно в 2 раза ниже.

Опасность: горение дуги сопровождается инфракрасным и ультрафиолетовым электромагнитным излучением, опасным для человека. Во время сварки необходимо защищать глаза.

Виды дуг:

- по полярности: с прямой (положительный заряд на заготовке, отрицательный на электроде) и обратной полярностью (наоборот);
- по типу тока: постоянного и переменного;
- по способу действия: прямого действия (между электродом и изделием) и косвенного действия (между двумя электродами).

Структура сварочной дуги

Сварочная дуга состоит из трёх основных зон:

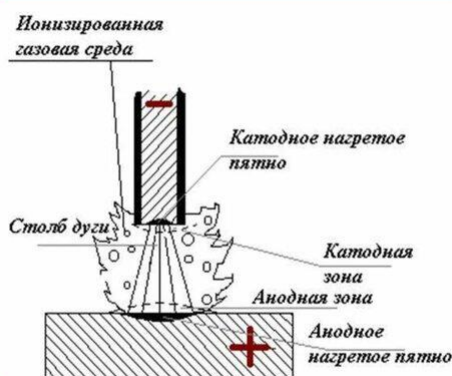
1. **Катодная зона (катодное пятно).** Расположена вблизи отрицательного полюса (катада). Это наименьшая по размеру область (около 1 мкм). Здесь происходит

эмиссия (появление) электронов, которые необходимы для ионизации газового промежутка. Катодное пятно нагревается до 2400–3000 °С.

2. **Анодная зона (анодное пятно).** Формируется у положительного полюса (анода). Это наиболее широкая область. Анодное пятно — место входа и нейтрализации свободных электронов в материал анода. Его температура на 4–6% выше, чем у катодного пятна, но из-за бомбардировки электронами оно выделяет больше теплоты, чем катод. Размер анодной зоны — до 10 мкм.

3. **Столб дуги.** Центральная и самая протяжённая часть дугового промежутка. Представляет собой плазму — смесь положительных и отрицательных ионов, а также электронов. Столб дуги электрически нейтрален, так как концентрации положительных и отрицательных зарядов в нём сбалансированы. Температура в этой области достигает 6000–8000 °С.

4. Также вокруг столба дуги формируется **газовое облако** — скопление ионизированного газа, которое защищает место сварки от влияния атмосферных газов. В эту газовую фазу включаются пары подаваемого газа, металла и электрода.



Дополнительные особенности

Неравномерное электрическое поле: напряжение электрического поля неоднородно между полюсами. Вблизи электродов падение напряжения большое, а в области столба — значительно меньше.

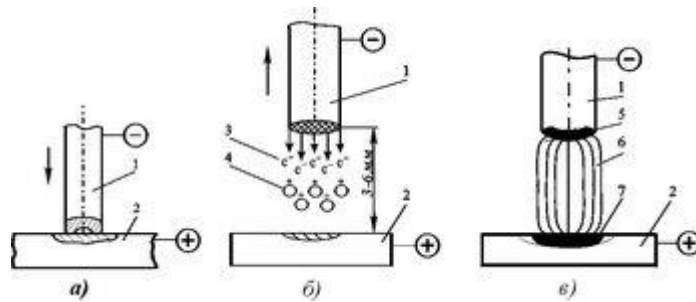
Длина дуги: расстояние от поверхности расплавленного металла в сварочной ванне до электрода. Оптимальная длина зависит от диаметра электрода.

Вольтамперные характеристики: могут быть падающими (напряжение снижается при увеличении силы тока), жёсткими (напряжение не зависит от силы тока) или растущими (напряжение увеличивается с ростом силы тока).

Для стабильной работы сварочной дуги система питания должна обеспечивать постоянное значение напряжения и силы тока. Используются дуговые инверторы, которые быстро реагируют на изменения параметров дуги.

18. Процесс образования в газе электронов и ионов.

Процесс образования электронов и ионов в газе при ручной дуговой сварке связан с **ионизацией** — превращением нейтральных атомов и молекул в заряженные частицы (электроны и ионы). Ионизированный газ становится проводником электрического тока, что необходимо для возникновения и поддержания сварочной дуги.



При ручной дуговой сварке важную роль играет эмиссия электронов с поверхности катода. Выделяют несколько видов электронной эмиссии:

Термоэлектронная эмиссия. Происходит при нагревании электрода. Кинетическая энергия электрона становится больше работы выхода, необходимой для преодоления электростатического притяжения, и электрон вылетает с поверхности катода.

Автоэлектронная эмиссия. Возникает из-за высокой напряжённости электрического поля. Внешнее поле сообщает электрону энергию, которая позволяет ему выйти за пределы поверхности металла.

Эмиссия под действием ударов ионов. Положительные ионы под действием электрического поля устремляются к катоду и передают энергию, достаточную для выбивания электронов.

Процесс возбуждения дуги

Возбуждение дуги при ручной дуговой сварке происходит следующим образом:

1. При коротком замыкании электрода и детали в местах касания их поверхности разогреваются.
2. При размыкании электродов с нагретой поверхности катода происходит испускание электронов — электронная эмиссия.
3. Электроны под действием электрического поля устремляются к аноду.
4. При столкновении с нейтральными атомами они производят их ионизацию, что приводит к лавинообразному увеличению числа заряженных частиц.
5. Воздушный промежуток между электродом и металлом заполняется заряженными частицами и начинает проводить сварочный ток — образуется дуга.

Особенности в разных областях дуги

Катодная область. Здесь происходит эмиссия электронов и ионизация газа. Электроны движутся от катода в сторону столба дуги, а положительно заряженные ионы — от столба дуги к катоду.

Столб дуги. В этой области происходит интенсивная термическая ионизация. Столб дуги представляет собой плазму — ионизированный газ, состоящий из электронов и ионов.

Анодная область. Электроны покидают дугу, а бомбардировка электронами анодного пятна приводит к образованию ионов.

Дополнительные процессы

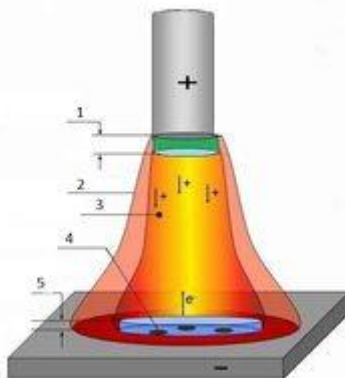
Рекомбинация — процесс, при котором электроны, присоединяясь к положительному иону, образуют нейтральную молекулу (атом). В результате рекомбинации процессы образования и исчезновения заряженных частиц в дуге уравниваются, и степень ионизации нагретого газа остаётся постоянной.

Таким образом, ионизация и движение заряженных частиц под действием электрического поля обеспечивают проведение тока через газовый промежуток и поддержание сварочной дуги.

19. Условия горения сварочной дуги.

Сварочная дуга — это устойчивый длительный электрический разряд в газовой среде между электродами, находящимися под напряжением, сопровождающийся

выделением большого количества теплоты. Для её горения необходимы определённые условия, которые обеспечивают быстрое зажигание, устойчивое горение, малую чувствительность к изменениям длины дуги, быстрое повторное зажигание после обрыва и необходимое проплавление основного металла.



Основные условия горения сварочной дуги

1. **Наличие электрического источника питания достаточной мощности.** Он должен позволять быстро нагревать катод до высокой температуры при возбуждении дуги.

2. **Ионизация столба дуги.** Для стабилизации горения важно наличие достаточной степени ионизации. Этого можно достичь за счёт введения в состав покрытия штучных электродов или флюсов элементов с низким потенциалом ионизации (калий, натрий, барий, литий, алюминий, кальций и др.).

3. **Стабилизация горения при сварке на переменном токе.** В сварочную цепь переменного тока часто включают дроссель (с повышенной индуктивностью). Это необходимо, потому что в цепи с только омическим сопротивлением в процессе горения дуги образуются обрывы (например, 100 обрывов в секунду при промышленной частоте переменного тока 50 Гц). Дроссель вызывает сдвиг фаз между напряжением источника питания и током, что стабилизирует горение дуги.

4. **Соответствие характеристик источника питания и дуги.** Устойчивость процесса определяется точкой пересечения вольт-амперной характеристики дуги и внешней характеристики источника питания. Если в рабочей точке дифференциальное сопротивление дуги больше дифференциального сопротивления источника питания, система считается устойчивой.

5. **Поддержание оптимальной температуры.** Температура в катодной области дуги может достигать 7000 °С. Для её поддержания необходим источник электричества, способный обеспечивать стабильную температуру.

Дополнительные факторы, влияющие на горение дуги:

- Род тока (постоянный или переменный). Зажигание и горение дуги на постоянном токе обычно протекают лучше, чем на переменном.
- Полярность при сварке на постоянном токе (прямая или обратная).
- Диаметр электрода.
- Температура окружающей среды.
- Длина дуги. Оптимальный режим сварки обеспечивается при короткой дуге.

При длинной дуге процесс протекает неравномерно, с неустойчивым горением и разбрызгиванием металла.

- Газовая среда. В зависимости от типа сварки дуга может гореть на открытом воздухе, под слоем флюса или с подачей защитных газов (аргон, гелий, углекислый газ и др.).

- Качество подготовки металла под сварку (наличие оксидов, масляных плёнок и др.).

- Навыки сварщика (при ручной сварке).

Также на стабильность горения дуги могут влиять колебания напряжения сети, качество и состояние электродов, магнитное дутьё (отклонение дуги под воздействием магнитных полей) и другие факторы.

Для оценки стабильности горения дуги учитывают множество параметров, включая напряжение и ток дуги, а также показатели, отражающие сопротивление (проводимость) межэлектродного промежутка.

20. Тепловое воздействие и коэффициент полезного действия сварочной дуги.

Тепловое воздействие сварочной дуги связано с тем, что большая часть энергии, потребляемой дугой, превращается в тепловую. Электрическая энергия, проходя через дуговой промежуток, вызывает ионизацию газа, бомбардировку катода и анода заряженными частицами, что приводит к выделению большого количества теплоты.

Некоторые характеристики теплового воздействия:

- **Распределение теплоты в дуге.** При питании дуги постоянным током наибольшее количество теплоты выделяется в зоне анода (около 42–43%). Это связано с более мощной бомбардировкой заряженными частицами по сравнению с катодом. В столбе дуги выделяется меньшая доля общего количества теплоты.

- **Температура.** При сварке угольным электродом температура в катодной зоне достигает 3200 С, в анодной — 3900°С, а в столбе дуги среднее значение температуры составляет около 6000°С. При сварке металлическим электродом температура катодной зоны — около 2400°С, анодной — около 2600°С.

- **Потери тепла.** Не всё тепло дуги идёт на нагрев изделия: часть затрачивается на нагревание не расплавившейся части электрода, часть — на излучение в окружающее пространство, часть теряется с каплями при разбрызгивании

Коэффициент полезного действия (КПД) сварочной дуги — это величина, характеризующая тепло, расходуемое на нагревание металла. Он представляет собой отношение эффективной тепловой мощности дуги к тепловому эквиваленту её электрической мощности.

Эффективная тепловая мощность дуги — это количество тепла, введённое в металл изделия в единицу времени. Она равна полной тепловой мощности дуги, умноженной на эффективный КПД нагрева металла дугой.

Формула для расчёта эффективной тепловой мощности:

$$Q_{\text{эф}} = Q \cdot \eta,$$

где Q — полная тепловая мощность дуги,

η — эффективный КПД нагрева изделия.

Значения КПД для разных видов сварки:

- ручная дуговая сварка электродом с тонким покрытием или угольным электродом — 0,5–0,6;

- сварка под флюсом — 0,85–0,93;

- аргонодуговая сварка — 0,5–0,6;

- сварка открытой металлической дугой — 0,5–0,85.

Факторы, влияющие на КПД: способ сварки, материал электрода, состав электродного покрытия, длина дуги, скорость сварки, род и полярность тока.

Погонная энергия дуги — это количество теплоты, вводимое в металл на единицу длины однопроходного шва. Она равна отношению эффективной тепловой мощности к скорости сварки.

Таким образом, эффективность использования тепловой энергии сварочной дуги зависит от множества факторов, включая технологические условия сварки и характеристики используемых материалов.

21. Признаки оптимальных условий горения дуги.

Оптимальные условия горения сварочной дуги обеспечиваются комплексом факторов, которые гарантируют её стабильность, лёгкость зажигания и поддержание в процессе работы.

Ключевые признаки оптимальных условий горения дуги

1. **Наличие источника питания достаточной мощности.** Источник должен обеспечивать быстрое нагревание катода до высокой температуры при возбуждении дуги, а также поддерживать горение при различных возмущениях (изменение напряжения в сети, рельефа поверхности свариваемого изделия, скорости подачи сварочной проволоки и др.).

2. **Ионизация в столбе дуги.** Для поддержания дугового разряда необходима ионизация газовой среды — наличие заряженных частиц (электронов, ионов). Это достигается за счёт эмиссии электронов с поверхности катода (термоэлектронная эмиссия) и ионизации газов и паров в межэлектродном промежутке. Элементы с низким потенциалом ионизации (калий, натрий, кальций и др.) в составе покрытия электродов или флюса повышают стабильность горения дуги.

3. **Соответствие вольт-амперной характеристики дуги и источника питания.** Устойчивое горение дуги достигается в точке пересечения статической вольт-амперной характеристики дуги и внешней вольт-амперной характеристики источника питания. Например, при ручной сварке часто используется падающая вольт-амперная характеристика, которая обеспечивает стабильность при колебаниях длины дуги.

4. **Оптимальные параметры напряжения и тока.** Напряжение дуги должно быстро устанавливаться и изменяться в зависимости от длины дуги: с увеличением длины дуги напряжение должно быстро возрастать, а с уменьшением — быстро падать. Сила тока должна соответствовать толщине металла: завышенная сила тока может привести к прожигу, недостаточная — к неполному проплавлению.

5. **Динамические свойства источника питания.** Время восстановления напряжения после короткого замыкания должно быть не более 0,05 с. Это необходимо для поддержания горения дуги в период между короткими замыканиями, которые происходят при переходе капель электродного металла в сварочную ванну.

6. **Род тока и полярность.** Зажигание и горение дуги обычно протекают лучше на постоянном токе по сравнению с переменным. При сварке на переменном токе может потребоваться наличие в сварочной цепи реактивного сопротивления (повышенной индуктивности) для повышения стабильности горения.

7. **Состав газовой среды.** Стабильные дуги устанавливаются в газах с относительно низкой теплопроводностью (например, аргон, криптон). В газах с высокой теплопроводностью (гелий, водород, азот) для устойчивого горения требуется повышенное напряжение.

8. **Температура катода.** Поддержание высокой температуры катода (которая зависит от его химического состава, площади, плотности тока и других факторов) необходимо для стабильной эмиссии электронов и горения дуги.

9. **Защита сварочной зоны.** Горение дуги может происходить в открытой атмосфере (с возможным окислением металла), под слоем флюса (закрытая атмосфера) или с применением защитных газов (инертных или активных), что предотвращает взаимодействие металла с кислородом и улучшает качество шва.

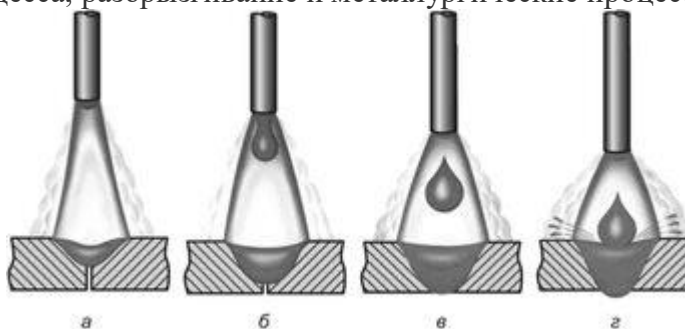
Дополнительные факторы, влияющие на стабильность горения дуги:

- диаметр электрода;
- температура окружающей среды;
- характеристики свариваемого материала (теплопроводность, температура плавления и др.).

Нестабильность дуги может приводить к образованию пор, трещин, повышенному разбрызгиванию и другим дефектам сварного шва. Поэтому контроль этих параметров критически важен для обеспечения качества сварки.

22. Перенос электродного металла в сварочный шов.

Перенос электродного металла в сварочную ванну — это процесс перехода расплавленного металла с электрода в сварочную ванну, который влияет на формирование шва, устойчивость процесса, разбрызгивание и металлургические процессы.



Основные силы, действующие на каплю

Сила тяжести. Способствует переносу капли при сварке в нижнем положении, но препятствует при сварке в потолочном и вертикальном положениях.

Сила поверхностного натяжения. Придаёт капле сфероидальную форму, удерживает её на конце электрода, способствует слиянию с жидкой сварочной ванной.

Электродинамические силы. Возникают из-за магнитного поля, возникающего при протекании тока через электрод. Оказывают сжимающее действие на электрод и каплю, способствуют отрыву капли и её переносу.

Давление газов. Внутри капли образуется газообразное давление за счёт собственных выделений и поглощённых металлом газов. С повышением температуры внутреннее давление увеличивается, способствуя переносу капли.

Газовое дутьё. Создаётся за счёт частичного превращения электродного металла в пары под действием высокой температуры дуги и давления газов при сгорании покрытия электродов. Направлено по оси электрода и способствует слиянию капли с общей ванной.

Виды переноса электродного металла

В зависимости от соотношения сил, действующих на каплю, различают несколько видов переноса:

Крупнокапельный. Диаметр капли превышает диаметр электрода. Характерен для ручной дуговой сварки покрытыми электродами с основным покрытием.

Среднекапельный. Диаметр капли равен диаметру электрода. Наблюдается при сварке покрытыми электродами с рутитовым и кислым покрытием.

Мелкокапельный. Диаметр капли меньше диаметра электрода. Характерен для ручной дуговой сварки покрытыми электродами с целлюлозным покрытием, а также при сварке под флюсом и в защитных газах (аргон, углекислый газ и др.).

Струйный. Мелкие капли непрерывно переносятся через дуговой промежуток. Имеет место при сварке в аргоне большими токами.

Также выделяют **перенос с короткими замыканиями** (капля касается поверхности сварочной ванны до отделения от торца электрода, образуя короткое замыкание и погасание дуги) и **перенос без коротких замыканий**.

Факторы, влияющие на перенос

- **Сила сварочного тока.** С увеличением тока размер капель уменьшается, а количество их образования в единицу времени возрастает. С увеличением напряжения на дуге (длины дуги) размер капель увеличивается, а количество их в единицу времени уменьшается.

- **Диаметр электрода.**
- **Состав защитного газа.**
- **Полярность тока.**
- **Материал электрода и его физическое состояние.**

Особенности некоторых видов переноса

- **Струйный перенос** обеспечивает более устойчивое горение дуги, лучшее формирование шва, меньшее выгорание легирующих примесей, высокую производительность. Однако он требует высоких плотностей тока и может ограничивать возможность сварки в некоторых пространственных положениях.

- **Перенос с короткими замыканиями** позволяет сваривать в любом положении, в том числе детали, допускающие ограниченный нагрев (например, тонкие листы). Однако количество наплавленного металла при таком переносе меньше, чем при струйном.

Управление переносом электродного металла позволяет снизить разбрызгивание, улучшить качество шва и расширить технологические возможности сварки. Для этого используют импульсную дуговую сварку, изменение характеристик источника тока, силовое воздействие потока газа и другие методы.

23. Причины загрязнения металла сварного шва.

Загрязнение металла сварного шва может возникать по нескольким причинам, связанным с технологическими процессами, качеством материалов, подготовкой поверхности и внешними факторами.

Основные причины загрязнения

Загрязнения на поверхности металла перед сваркой. Остатки масел, ржавчины, окалины, цинка или других примесей могут попасть в сварной шов и стать точками начала коррозии. Это особенно критично при сварке с низким уровнем защиты или с использованием некачественных электродов.

Неправильный подбор сварочных материалов. Использование электродов, проволоки или флюсов, не соответствующих марке основного металла, может привести к нарушению легирующих свойств металла и появлению дефектов. Например, при сварке нержавеющей стали важно выбирать проволоку с соответствующим содержанием хрома.

Остатки флюсов. Даже минимальное количество флюса, оставшееся после сварки, при контакте с водой может запустить активный коррозионный процесс.

Нарушение пассивационного слоя. При сварке, особенно при неправильном подборе тока, скорости подачи или недостаточной защите шва, может разрушиться оксидная плёнка (пассивация) на нержавеющей стали, что делает металл уязвимым для воздействия влаги, соли и агрессивных сред.

Пористость и шероховатость сварного шва. В микропорах и неровностях может скапливаться и задерживаться влага, что ускоряет распространение коррозии.

Образование закалочных структур. При быстром охлаждении шва могут формироваться хрупкие и склонные к коррозии структуры (мартенсит, бейнит).

Диффузионные процессы на границе сплавления основного и наплавленного металлов. Взаимная диффузия элементов создаёт химически неоднородные участки, склонные к коррозии.

Термические напряжения. Неравномерный нагрев и охлаждение могут способствовать растрескиванию и развитию коррозии по границам зёрен и трещинам.

Попадание влаги в микротрещины. Микротрещины, образующиеся при кристаллизации металла шва, могут способствовать развитию коррозии при контакте с влагой.

Неровная поверхность сварного шва. Микроуглубления и поры на поверхности могут задерживать грязь и влагу, а также усложнять нанесение равномерного защитного покрытия.

Дополнительные факторы

Гальваническая пара. Если в конструкции используются разнородные металлы (например, углеродистая и нержавеющая сталь), это может привести к образованию гальванической пары, ускоряющей коррозию.

Недостаточная зачистка между проходами. Посторонние включения (шлак, флюс, грязь) внутри шва могут появляться из-за неполной очистки между слоями сварки.

Нагрев. Высокие температуры при сварке могут способствовать выгоранию легирующих элементов, что снижает коррозионную стойкость металла.

Для минимизации загрязнения и коррозии сварных швов важно соблюдать технологию сварки, тщательно подготавливать поверхность перед сваркой, использовать качественные материалы и проводить постсварочную обработку (зачистку, пассивацию, нанесение защитных составов).

24. Классификация плавящихся электродов.

Плавящиеся сварочные электроды классифицируют по разным параметрам, которые связаны с составом, типом покрытия и назначением. Универсальной классификации электродов не существует из-за разнообразия видов.



По составу

Для изготовления стержней используют сталь трёх категорий:

Углеродистую — для сварки углеродистой и низколегированной стали.

Легированную — для соединения деталей из легированной, конструкционной и жаропрочной стали.

Высоколегированную — для работы с нержавеющей сталью, хромоникелевыми и хромистыми сплавами.

Состав электродов должен соответствовать химическому составу свариваемого металла, чтобы обеспечить равнопрочность соединения.

По покрытию

Покрытие (обмазка) электрода — это смесь порошкообразных материалов, которые наносят на сердечник. Некоторые типы покрытий:

Кислое (А) — основу составляют оксиды железа, марганца и кремния. Обеспечивают лёгкое зажигание дуги и стабильное горение на переменном и постоянном токе.

Основное (Б) — содержит карбонаты и фториды кальция. Обеспечивает получение металла шва с высокими механическими свойствами, низким содержанием водорода и серы. Электроды с основным покрытием чувствительны к влаге и требуют обязательной прокалки при температуре 250–420°C.

Рутиловое (Р) — основой служит рутиловый концентрат (диоксид титана). Обеспечивает отличное формирование шва, лёгкое отделение шлаковой корки и малые потери на разбрызгивание. Электроды универсальны по роду тока и пространственному положению сварки.

Целлюлозное (Ц) — содержит до 50% органических веществ, в основном целлюлозы. Характерна возможность сварки вертикальных швов способом сверху вниз за счёт образования небольшого количества плотного шлака.

Также существуют электроды с покрытием смешанного типа (обозначаются буквой «П») — в составе такая обмазка содержит элементы, составляющие основу двух базовых покрытий.

По назначению

Электроды маркируются различными буквами в зависимости от их применения: «У» — для сварки углеродистых и низкоуглеродистых сталей с пределом прочности на разрыв до 600 МПа.

«Л» — для конструкционных и легированных сталей также с пределом прочности до 600 МПа.

«Т» — для соединения термостойких легированных сталей.

«В» — для высоколегированных сталей со специальными свойствами.

«Н» — для наплавочных работ, позволяя наносить покрытие на металл для восстановления или улучшения его характеристик.

ГОСТы

Классификация плавящихся сварочных электродов регулируется **межгосударственным стандартом ГОСТ 9466-75 «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия»**. Этот стандарт делит электроды на группы по назначению, характеристикам тока, толщине покрытия, положению шва и другим параметрам.

25. Покрытия электродов.

Покрытие электродов — это слой специальной обмазки, который наносят на металлический стержень. Оно выполняет несколько ключевых функций: защищает зону сварки от атмосферного воздействия, стабилизирует горение дуги, влияет на химический состав наплавленного металла, обеспечивает металлургическую обработку сварочной ванны (раскисление, легирование, рафинирование).

Согласно ГОСТ 9466-75, выделяют несколько основных типов покрытий электродов.

Основные типы покрытий

1. Кислое покрытие (А). Содержит оксиды железа, марганца и кремния. Обеспечивает лёгкое зажигание дуги и стабильное горение на переменном и постоянном токе. Малочувствительны к наличию ржавчины и окалины на свариваемых поверхностях, но металл шва имеет повышенную склонность к образованию горячих трещин.

2. Основное (фтористо-кальциевое) покрытие (Б). Состоит из карбонатов кальция и магния, плавикового шпата и ферросплавов. Обеспечивает высокие механические свойства металла шва, низкое содержание водорода и серы. Требуется обязательная прокалка при температуре 250–420 °С, чувствительно к влаге. Применяется для сварки ответственных конструкций, высоколегированных, низколегированных и углеродистых сталей.

3. Рутитовое покрытие (Р). Основой служит рутитовый концентрат (диоксид титана), также в состав входят кремнезём, ферромарганец, карбонаты кальция или магния. Обеспечивает отличное формирование шва, лёгкое отделение шлаковой корки и малые потери на разбрызгивание. Универсально по роду тока и пространственному положению сварки.

4. Целлюлозное покрытие (Ц). Содержит до 50% органических веществ, в основном целлюлозы, а также ферросплавы, органические смолы, тальк и другие компоненты. Позволяет выполнять сварку вертикальных швов способом сверху вниз за счёт образования небольшого количества плотного шлака. Применяется для корневых проходов при сварке трубопроводов.

5. Смешанные покрытия (обозначаются двойным буквенным обозначением, например, рутитово-целлюлозные — РЦ, рутитово-основные — РБ, кисло-рутитовые — АР).

6. Прочие виды покрытий (П).

7. Покрытия с железным порошком — применяются для увеличения коэффициента наплавки.

Компоненты покрытия

В состав покрытия могут входить:

Шлакообразующие компоненты — обеспечивают защиту от воздействия воздуха, легирование и рафинирование наплавленного металла шва.

Газообразующие компоненты — при нагревании разлагаются на газы, вытесняющие воздух (например, карбонаты, органические вещества — крахмал, декстрин).

Раскислители и легирующие элементы — используются для раскисления металла шва и придания ему определённых свойств (кремний, марганец, титан в виде ферросплавов).

Стабилизирующие компоненты — облегчают горение дуги (например, калий, натрий, кальций).

Толщина покрытия также влияет на характеристики дуги, глубину проплавления и формирование сварного шва. По толщине покрытия электроды подразделяются на три категории: утончённое (тонкое), нормальное и густое (толстое).

Выбор типа покрытия зависит от типа свариваемого металла, требований к качеству шва, условий эксплуатации конструкции и других факторов.

26. Маркировка плавящихся электродов.

Маркировка плавящихся электродов — это система буквенно-цифровых обозначений, которая содержит информацию о характеристиках электрода, его назначении, свойствах наплавленного металла, типе покрытия, пространственных положениях для сварки и других параметрах.



Структура маркировки по ГОСТ 9466-75

Условное обозначение электродов состоит из нескольких групп символов, которые указывают на разные характеристики:

Тип электрода (например, Э42А — для сварки углеродистых и низколегированных сталей с повышенными требованиями к ударной вязкости и пластичности шва).

Марка — определяется производителем по ГОСТу или техническим условиям.

Диаметр — указывается в миллиметрах.

Обозначение назначения (например, «У» — для углеродистых и низколегированных сталей, «Л» — для легированных конструкционных сталей, «Т» — для теплоустойчивых сталей и т. д.).

Обозначение толщины покрытия (например, «М» — тонкое, «С» — среднее, «Д» — толстое, «Г» — особо толстое).

Группа индексов, указывающих характеристики наплавленного металла и металла шва (например, по ГОСТ 9467).

Обозначение вида покрытия (например, «Б» — основное, «Р» — рутиловое, «Ц» — целлюлозное и т. д.).

Обозначение допустимых пространственных положений сварки (например, «1» — для всех положений, «2» — кроме вертикального «сверху вниз» и т. д.).

Обозначение рода применяемого тока, полярности и номинального напряжения холостого хода источника питания.

Дополнительные обозначения

Буква «Е» в начале второй строки маркировки указывает на то, что электрод плавящийся, а его покрытие сгорает от температуры электрической дуги.

Цифра «0» обозначает электроды, предназначенные для сварки или наплавки только на постоянном токе обратной полярности.

Где наносится маркировка

Маркировка наносится на упаковку (коробки, пачки, ящики), а также может быть нанесена на зачищенный от покрытия конец электрода или вблизи него на покрытии. Обычно информация расположена на белом или синем поле упаковки, свободном от декоративного оформления.

При выборе электродов важно учитывать не только маркировку, но и соответствие характеристик материала, для которого они предназначены, а также требованиям к пространственным положениям, роду и полярности тока.

4Зачетная ведомость.

Оценка запланированных результатов по МДК

Результаты обучения (элементы)	Показатели оценки результата
У1- проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для РД	Перечисляет классификацию сварочного оборудования. Объясняет устройство сварочного оборудования, назначение, правила его эксплуатации и область применения. Перечисляет основные принципы работы источников питания для сварки. Формулирует правила технической эксплуатации электроустановок. Осуществляет организацию сварочного поста.
У2 - настраивать сварочное оборудование для РД	Устанавливает работоспособность и исправность оборудования поста для

	сварки.
<p>31- Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для РД, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения.</p> <p>32 - Основные группы и марки материалов, свариваемых РД.</p>	<p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения.</p> <p>Основные группы и марки свариваемых РД</p>
<p>ОК 1. Выбирать способы решения задач деятельности применительно к различным контекстам</p> <p>ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач деятельности</p>	<p>Распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы владеть актуальными методами работы в и смежных сферах оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)</p> <p>определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска оценивать практическую значимость результатов поиска применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач использовать современное программное обеспечение в деятельности использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач</p>