

ОП.05	Основы экономики
ОП.06	Безопасность жизнедеятельности
ПМ.01	Подготовительно-сварочные работы и контроль качества сварных швов после сварки
МДК.01.04	Контроль качества сварных соединений
ПМ.02	Ручная дуговая сварка (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом
МДК.02.01	Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами
ПМ.03	Ручная дуговая сварка (наплавка) неплавящимся электродом в защитном газе
МДК.03.01	Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе
ПМ.04	Частично механизированная сварка (наплавка) плавлением
МДК.04.01	Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в защитном газе

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, 2023 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 «30» августа 2023 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.

Личностные результаты с учетом особенностей учебной дисциплины:

Личностные результаты реализации программы воспитания (дескрипторы)	Код личностных результатов реализации программы воспитания
Портрет выпускника СПО	
Осознающий себя гражданином и защитником великой страны.	ЛР 1
Принимающий цели и задачи научно-технологического, экономического, информационного развития России, готовый работать на их достижение. Стремящийся к формированию в сетевой среде личностного и профессионального, конструктивного «цифрового следа».	ЛР 6
Готовый соответствовать ожиданиям работодателей: проектно мыслящий, эффективно взаимодействующий с членами команды и сотрудничающий с другими людьми, осознанно выполняющий профессиональные требования, ответственный, пунктуальный, дисциплинированный, трудолюбивый, критически мыслящий, нацеленный на достижение поставленных целей; демонстрирующий профессиональную жизнестойкость.	ЛР 7
Проявляющий и демонстрирующий уважение к представителям различных этнокультурных, социальных, конфессиональных и иных групп. Сопричастный к сохранению, преумножению и трансляции культурных традиций и ценностей многонационального российского государства.	ЛР 8
Лояльный к установкам и проявлениям представителей субкультур, отличающий их от групп с деструктивным и девиантным поведением.	ЛР 11
Осознающий приоритетную ценность личности человека; уважающий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.	ЛР 12
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные ключевыми работодателями	

Умение реализовывать личностные качества в производственном процессе	ЛР 13
Стрессоустойчивость, коммуникабельность	ЛР 14
Опыт научно-исследовательской деятельности	ЛР 15
Открытый к текущим и перспективным изменениям в мире труда, демонстрирующий навыки самообразования и саморазвития.	ЛР 16
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные субъектами образовательного процесса	
Инновационность мышления в реализации производственных задач	ЛР 17
Выполнение социальных норм и правил, внутреннего распорядка колледжа и предприятия	ЛР 28
Профессиональная идентичность и ответственность	ЛР 19
Самооценка и рефлексия результатов своей деятельности и развития	ЛР 20

Формируемые ОК:

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

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

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

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 зачет.

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,	Выявляет наиболее значимое в перечне

необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач. ОК 02. Использовать информационно – коммуникационные технологии в профессиональной деятельности. ОК 03. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством. ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста; ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках. ПК 1.1	информации. Составляет форму результатов поиска информации. Оценивает практическую значимость результатов поиска. Применяет средства информатизации и информационных технологий для реализации профессиональной деятельности. Участствует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач. Осуществляет устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста; Пользуется профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.
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. ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде. ПК 1.2	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. Эффективно взаимодействует и работает в коллективе и команде;
Знать:	
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	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.

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 Геометрическое черчение				
Тема 1.1 Требования к оформлению графических работ	31-34 У 1 ОК 01 ОК 02 ОК 04 ОК 05 ОК 09 ПК 1.1 ПК 1.2 ЛР 1, 6, 7, 8, 12-20	Устный опрос, практические занятия	ОК 01, ОК 02, ПК 1.1 ПК 1.2	1 семестр дифференцированный зачёт
Тема 1.2 Геометрические построения				
Тема 2.1 Основные способы проецирования				
Раздел 3 Техническое черчение				
Тема 3.1 Сечения и разрезы	31-34 У 2 ОК 01 ОК 02 ОК 04 ОК 05 ОК 09 ПК 1.1 ПК 1.2	Устный опрос, практические занятия	ОК 01, ОК 02, ПК 1.1 ПК 1.2	
Тема 3.2 Эскизы деталей				
Тема 3.3 Сборочные чертежи				

	ЛР 1, 6, 7, 8, 12-20			

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 зачет

1. Форма проведения: 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.

1. Требования к оформлению графических работ.

2. Геометрические построения.

3. Основные способы проецирования.

4. Сборочные чертежи.

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

Задание: на формате A4 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.

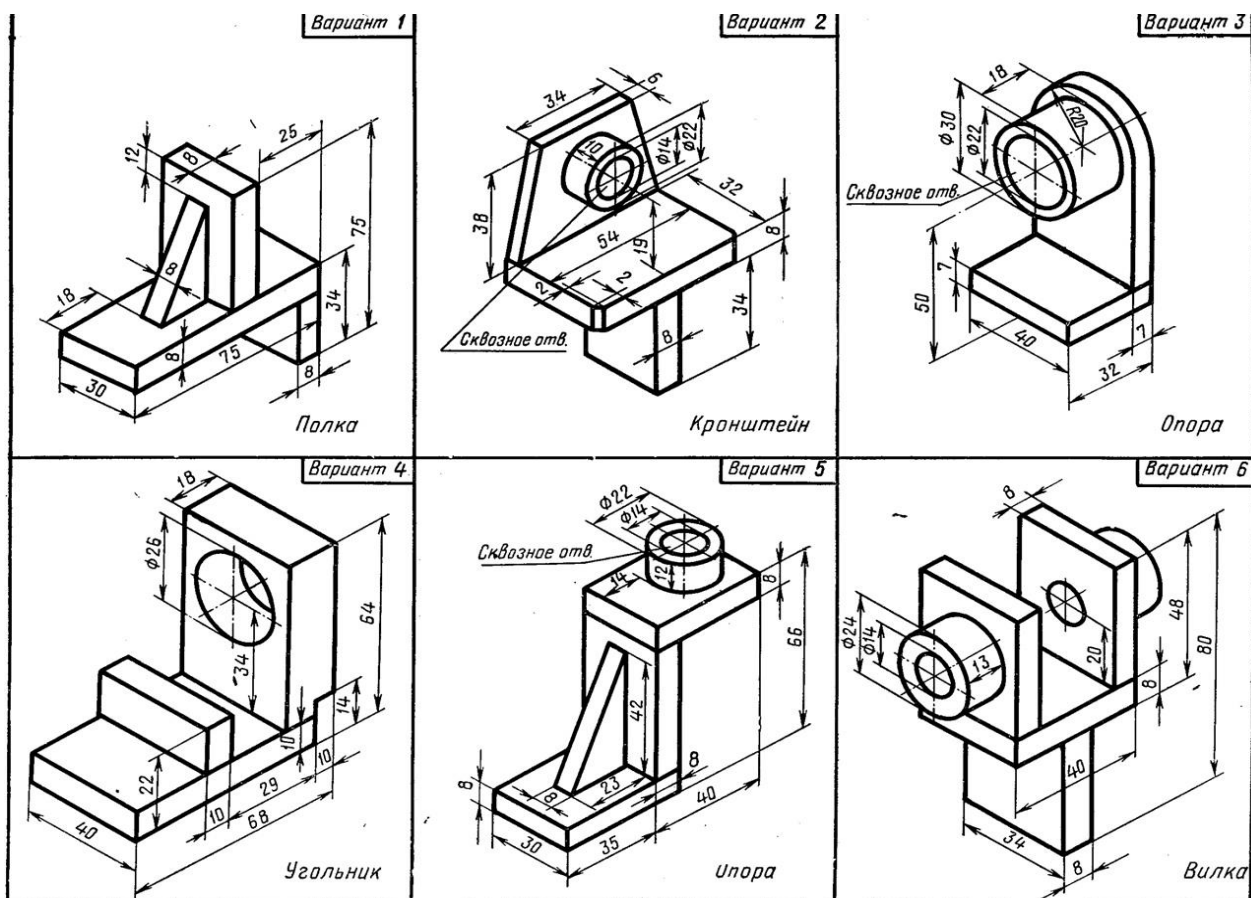
4. Вычертить вид слева.

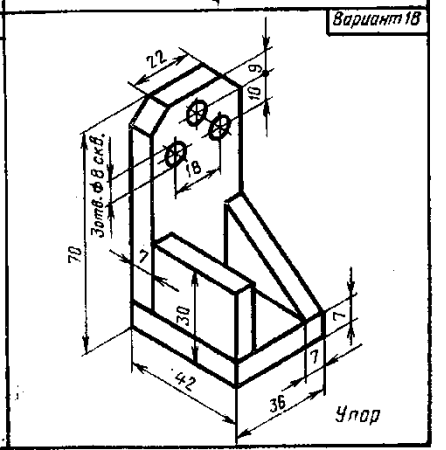
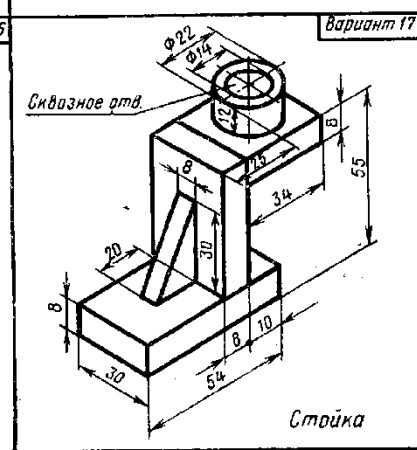
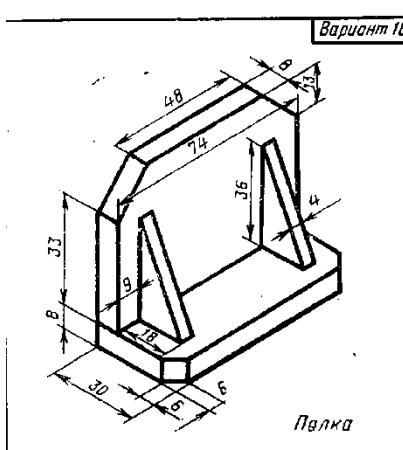
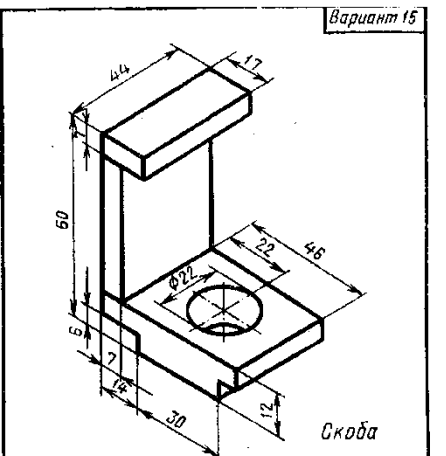
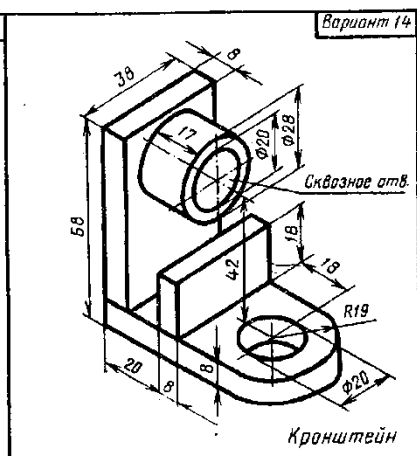
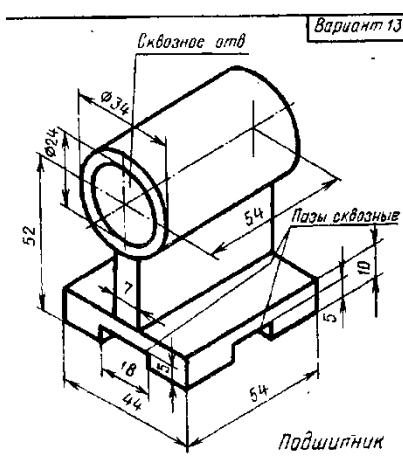
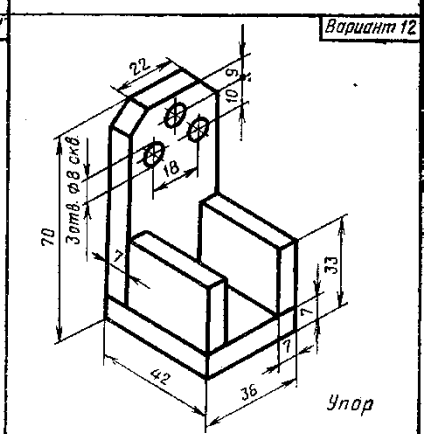
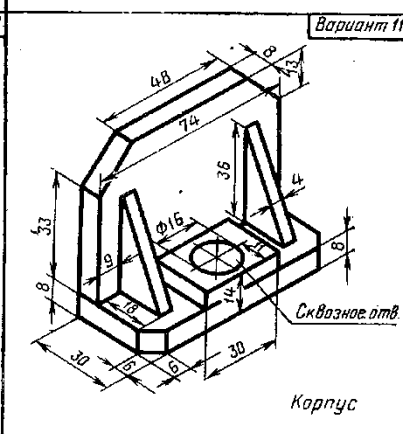
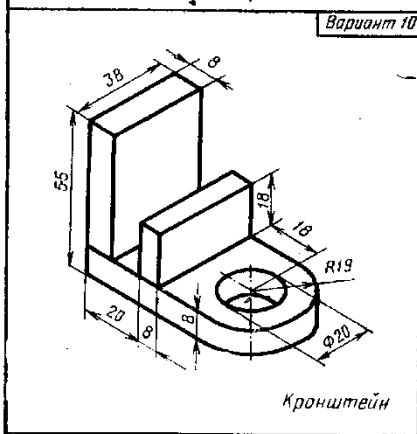
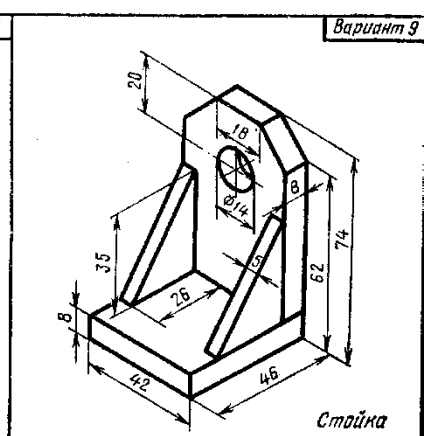
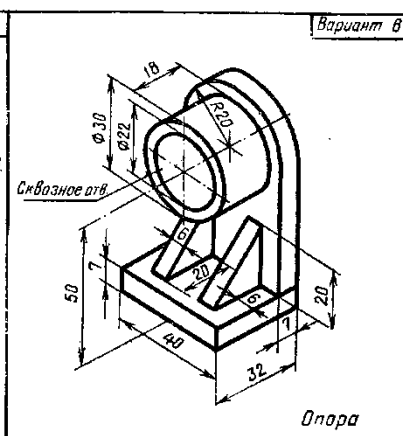
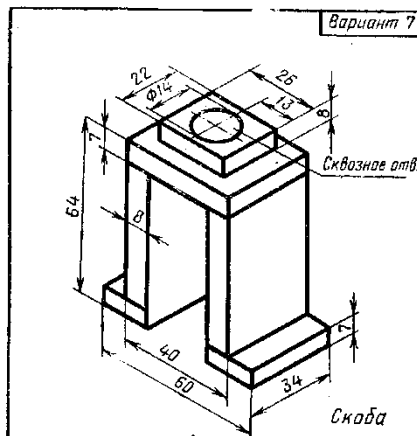
5. Нанести необходимые размеры.

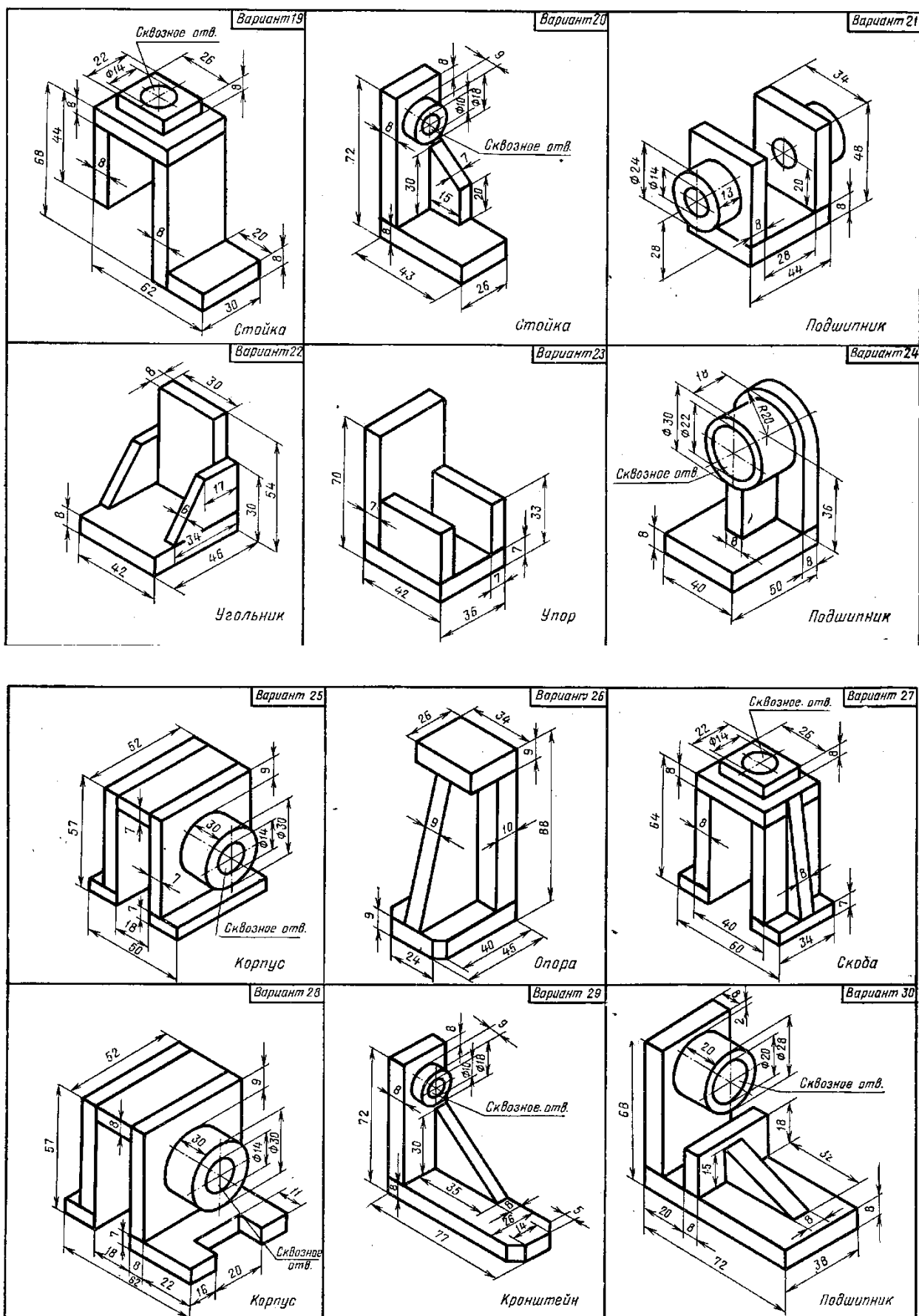
6. Проверить чертеж

7. Выполнить обводку, заполнить основную надпись.

Варианты задания







Оценка запланированных результатов по учебной дисциплине

Результаты обучения: умения, знания и
общие компетенции

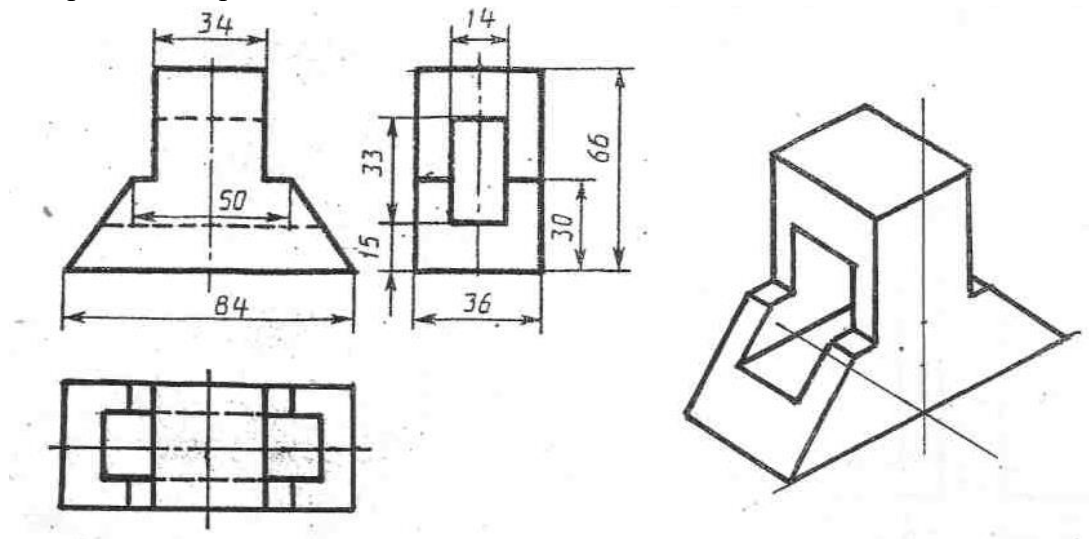
Показатели оценки результата

Уметь:	
У 1. - Читать чертежи средней сложности и сложных конструкций, изделий, узлов и деталей ОК 01. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач. ОК 02. Использовать информационно – коммуникационные технологии в профессиональной деятельности. ОК 03. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством. ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста; ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках. ПК 1.1	Читает все виды сложности чертежей и схем. Использует полученные знания и справочную литературу 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач. Осуществляет устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста; Пользуется профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.
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. ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде. ПК 1.2	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. Эффективно взаимодействует и работает в коллективе и команде;
Знать:	
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	Знание основных правил чтения конструкторской документации. Перечисление общих сведений о сборочных чертежах. Перечисление основных видов чертежей, форматов, масштабов, линий,

3.4 Требование единой системы конструкторской документации	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.

4.Эталоны ответов

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



Критерии оценки ответов

Оценка 5 «отлично» - 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» - 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» - Работа выполнена не в полном объеме, графика не аккуратная. Количество изображений не дают полное представления о форме сварного узла.

Оценка 2 «неудовлетворительно» - 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, 2023 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: Бутковская Наталья Александровна, преподаватель

ОДОБРЕН

цикловой методической комиссией

Протокол № 1

от «30» августа 2023 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	единицы измерения силы тока, напряжения, мощности электрического тока, сопротивления проводников
32	методы расчета и измерения основных параметров простых электрических, магнитных и электронных цепей
33	свойства постоянного и переменного электрического тока;
34	электроизмерительные приборы (амперметр, вольтметр), их устройство, принцип действия и правила включения в электрическую цепь
35	свойства магнитного поля
36	двигатели постоянного и переменного тока, их устройство и принцип действия
37	правила пуска, остановки электродвигателей, установленных на эксплуатируемом оборудовании
38	аппаратуру защиты электродвигателей
39	методы защиты от короткого замыкания
310	заземление, зануление

Обучающийся должен уметь:

У1	читать структурные, монтажные и простые принципиальные электрические схемы
У2	рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей
У3	использовать в работе электроизмерительные приборы

Личностные результаты учебной дисциплины

Личностные результаты реализации программы воспитания (дескрипторы)	Код личностных результатов реализации программы воспитания
Портрет выпускника СПО	
Осознающий себя гражданином и защитником великой страны.	ЛР 1
Проявляющий активную гражданскую позицию, демонстрирующий приверженность принципам честности, порядочности, открытости. Экономически активный и участвующий в студенческом и территориальном самоуправлении, в том числе на условиях добровольчества, продуктивно взаимодействующие и участвующие в деятельности общественных организаций. Готовый использовать свой личный и профессиональный потенциал для защиты национальных интересов России.	ЛР 2
Принимающий цели и задачи научно-технологического, экономического, информационного развития России, готовый работать на их достижение. Стремящийся к формированию в сетевой среде личностного и профессионального, конструктивного «цифрового следа».	ЛР 6

Готовый соответствовать ожиданиям работодателей: проектно мыслящий, эффективно взаимодействующий с членами команды и сотрудничающий с другими людьми, осознанно выполняющий профессиональные требования, ответственный, пунктуальный, дисциплинированный, трудолюбивый, критически мыслящий, нацеленный на достижение поставленных целей; демонстрирующий профессиональную жизнестойкость.	ЛР 7
Осознающий приоритетную ценность личности человека; уважающий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.	ЛР 12
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные ключевыми работодателями	
Умение реализовывать личностные качества в производственном процессе	ЛР 13
Стрессоустойчивость, коммуникабельность	ЛР 14
Опыт научно-исследовательской деятельности	ЛР 15
Открытый к текущим и перспективным изменениям в мире труда, демонстрирующий навыки самообразования и саморазвития.	ЛР 16
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные субъектами образовательного процесса	
Инновационность мышления в реализации производственных задач	ЛР 17
Выполнение социальных норм и правил, внутреннего распорядка колледжа и предприятия	ЛР 28
Профессиональная идентичность и ответственность	ЛР 19
Самооценка и рефлексия результатов своей деятельности и развития	ЛР 20

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;

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Формируемые ПК:

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

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

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	Показатели оценки результата

общие компетенции	
Уметь:	
У:1. читать структурные, монтажные и простые принципиальные электрические схемы; ПК 1.1. Читать чертежи средней сложности и сложных сварных металлоконструкций. ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	Демонстрирует умения: -читать структурные, монтажные и простые принципиальные электрические схемы; -демонстрирует навыки чтения чертежей средней сложности и сложных сварных металлоконструкций; -умеет использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности
У:2. рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей ПК 1.1. Читать чертежи средней сложности и сложных сварных металлоконструкций. 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 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.	-расчитывает и измеряет основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей; -демонстрирует навыки чтения чертежей средней сложности и сложных сварных металлоконструкций; -умеет планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере; -использует информационно-коммуникационные технологии, знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях. 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. Пользуется профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.
У:3 использовать в работе электроизмерительные приборы 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	-демонстрирует навыки эксплуатации электрооборудования с соблюдением норм техники безопасности и правил эксплуатации; - демонстрирует гражданско-патриотическую позицию, демонстрирует осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих

выполнения задач профессиональной деятельности; ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде; ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;	ценностей; -применяет стандарты антикоррупционного поведения. 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. Эффективно взаимодействует и работает в коллективе и команде. Осуществляет устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.
Знать:	
3:1-единицы измерения силы тока, напряжения, мощности электрического тока, сопротивления проводников	- знает единицы измерения силы тока, напряжения; - называет единицы измерения мощности электрического тока, сопротивления проводников
3:2-методы расчета и измерения основных параметров простых электрических, магнитных и электронных цепей	- знает, понимает сущность методов расчета и измерения основных параметров простых электрических, магнитных и электронных цепей
3:3- свойства постоянного и переменного электрического тока	- знает и понимает свойства постоянного и переменного электрического тока
3:4- электроизмерительные приборы (амперметр, вольтметр), их устройство, принцип действия и правила включения в электрическую цепь	- знает, понимает устройство электроизмерительных приборов и их принцип действия; - читает условные обозначения на шкалах приборов
3:5-свойства магнитного поля	-знает, понимает основные свойства и характеристики магнитного поля
3:6- двигатели постоянного и переменного тока, их устройство и принцип действия	- знает, анализирует основные конструктивные элементы двигателей постоянного и переменного тока
3:7- правила пуска, остановки электродвигателей, установленных на эксплуатируемом оборудовании	-знает, понимает, анализирует правила пуска, остановки электродвигателей, установленных на эксплуатируемом оборудовании
3:8- аппаратуру защиты электродвигателей	- знает, понимает принцип действия защитных электрических аппаратов, объясняет их устройство, особенности

	конструкции
З:9- методы защиты от короткого замыкания	- знает, понимает методы защиты от короткого замыкания
З:10- заземление, зануление	- знает, выбирает устройство и принцип действия заземления, зануления как меры защиты от поражения электрическим током

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 04, ОК 05, ОК 09, ПК 1.1, ЛР 1, 2, 6, 7, 12-20	Устный опрос, практическая работа		Дифференцированный зачёт 1 семестр
Тема 2 Магнитные цепи	У: 3 З: 1,2 ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 09, ПК 1.1, ЛР 1, 2, 6, 7, 12-20	тестирование, практическая работа		
Тема 3. Электрические цепи переменного тока	У: 1-3 З: 2 ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 09, ПК 1.1, ЛР 1, 2, 6, 7, 12-20	Устный опрос, практическая работа		
Тема 4 Трёхфазные электрические цепи	У: 1 З: 5, 8 ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 09, ПК 1.1, ЛР 1, 2, 6, 7, 12-20	тестирование, практическая работа	У: 1 З: 5, 8 ОК: 2 ПК: 1.1	
Тема 5 Трансформаторы	У: 2 З: 6,7	тестирование, практическая	У: 2 З: 6,7	

	ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 09, ПК 1.1, ЛР 1, 2, 6, 7, 12-20	работа	ОК: 1 ПК: 1.1	
Тема 6 Электроизмерительные приборы	У:1-3 З: 8, 9 ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 09, ПК 1.1, ЛР 1, 2, 6, 7, 12-20	Устный опрос, практическая работа	У:1-3 З: 8, 9 ОК: 5 ПК: 1.1	
Тема 7 Электрические машины постоянного и переменного тока	У: 2, 3 З: 10 ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ОК 09, ПК 1.1, ЛР 1, 2, 6, 7, 12-20	тестирование, практическая работа	У: 2, 3 З: 10 ОК: 2 ПК: 1.1	

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. 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 зачёт

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 4. Трёхфазные электрические цепи

Тема 5. Трансформаторы

Тема 6. Электроизмерительные приборы

Тема 7. Электрические машины постоянного и переменного тока

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; ПК 1.1. Читать чертежи средней сложности	Демонстрирует умения: -читать структурные, монтажные и простые принципиальные электрические схемы; -демонстрирует навыки чтения чертежей

и сложных сварных металлоконструкций. ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	средней сложности и сложных сварных металлоконструкций; -умеет использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности
У:2. рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей ПК 1.1. Читать чертежи средней сложности и сложных сварных металлоконструкций. 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;	-расчитывает и измеряет основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей; -демонстрирует навыки чтения чертежей средней сложности и сложных сварных металлоконструкций; -умеет планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере; -использует информационно-коммуникационные технологии, знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях. 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.
У:3 использовать в работе электроизмерительные приборы 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 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;	-демонстрирует навыки эксплуатации электрооборудования с соблюдением норм техники безопасности и правил эксплуатации; - демонстрирует гражданско-патриотическую позицию, демонстрирует осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей; -применяет стандарты антикоррупционного поведения. 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. Осуществляет устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.
Знать:	
З:1-единицы измерения силы тока, напряжения, мощности электрического тока, сопротивления проводников	- знает единицы измерения силы тока, напряжения; - называет единицы измерения мощности электрического тока, сопротивления проводников
З:2-методы расчета и измерения основных параметров простых электрических, магнитных и электронных цепей	- знает, понимает сущность методов расчета и измерения основных параметров простых электрических, магнитных и электронных цепей
З:3- свойства постоянного и переменного электрического тока	- знает и понимает свойства постоянного и переменного электрического тока
З:4- электроизмерительные приборы (амперметр, вольтметр), их устройство, принцип действия и правила включения в электрическую цепь	- знает, понимает устройство электроизмерительных приборов и их принцип действия; - читает условные обозначения на шкалах приборов
З:5-свойства магнитного поля	-знает, понимает основные свойства и характеристики магнитного поля
З:6- двигатели постоянного и переменного тока, их устройство и принцип действия	- знает, анализирует основные конструктивные элементы двигателей постоянного и переменного тока
З:7- правила пуска, остановки электродвигателей, установленных на эксплуатируемом оборудовании	-знает, понимает, анализирует правила пуска, остановки электродвигателей, установленных на эксплуатируемом оборудовании
З:8- аппаратуру защиты электродвигателей	- знает, понимает принцип действия защитных электрических аппаратов, объясняет их устройство, особенности конструкции
З:9- методы защиты от короткого замыкания	- знает, понимает методы защиты от короткого замыкания
З:10- заземление, зануление	- знает, выбирает устройство и принцип действия заземления, зануления как меры защиты от поражения электрическим током

Примерный КИМ по дифференцированному зачёту

БЛОК А. Выберите один правильный ответ:

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 ($\cos \phi$) 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) явнополусный 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 15 А, 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» - выполнено 75 % заданий части А + 50 % заданий части Б + 50 % заданий части В

Оценка «4» - выполнено 75 % заданий части А + 50 % заданий части Б

Оценка «3» - выполнено 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 Основы материаловедения

подготовки квалифицированных рабочих, служащих

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

Дальнегорск, 2023 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 «Основы материаловедения».

Разработчики:

Организация-разработчик: КГА ПОУ «ДИТК»

Разработчик: Барбакова Анна Владимировна, преподаватель

ОДОБРЕН

цикловой методической комиссией

Протокол № 1

от «30» августа 2023 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 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.

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

Личностные результаты.

Личностные результаты реализации программы воспитания (дескрипторы)	Код личностных результатов реализации программы воспитания
Портрет выпускника СПО	
Осознающий себя гражданином и защитником великой страны.	ЛР 1
Принимающий цели и задачи научно-технологического, экономического, информационного развития России, готовый работать на их достижение. Стремящийся к формированию в сетевой среде личностного и профессионального, конструктивного «цифрового следа».	ЛР 6
Готовый соответствовать ожиданиям работодателей: проектно мыслящий, эффективно взаимодействующий с членами команды и сотрудничающий с другими людьми, осознанно выполняющий профессиональные требования, ответственный, пунктуальный, дисциплинированный, трудолюбивый, критически мыслящий, нацеленный на достижение поставленных целей; демонстрирующий профессиональную жизнестойкость.	ЛР 7
Проявляющий и демонстрирующий уважение к представителям различных этнокультурных, социальных, конфессиональных и иных групп. Сопричастный к сохранению, преумножению и трансляции культурных традиций и ценностей многонационального российского государства.	ЛР 8
Лояльный к установкам и проявлениям представителей субкультур, отличающий их от групп с деструктивным и девиантным поведением.	ЛР 11
Осознающий приоритетную ценность личности человека; уважающий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.	ЛР 12
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные ключевыми работодателями	

Умение реализовывать личностные качества в производственном процессе	ЛР 13
Стрессоустойчивость, коммуникабельность	ЛР 14
Опыт научно-исследовательской деятельности	ЛР 15
Открытый к текущим и перспективным изменениям в мире труда, демонстрирующий навыки самообразования и саморазвития.	ЛР 16
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные субъектами образовательного процесса	
Инновационность мышления в реализации производственных задач	ЛР 17
Выполнение социальных норм и правил, внутреннего распорядка колледжа и предприятия	ЛР 28
Профессиональная идентичность и ответственность	ЛР 19
Самооценка и рефлексия результатов своей деятельности и развития	ЛР 20

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;

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

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 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. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес	Пользуется информационными материалами, находит нужную информацию Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности.
У 2. Выбирать материалы для осуществления профессиональной деятельности. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем. ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде; ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста; ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.	Выбирает нужный материал по справочным таблицам для определения основных характеристик и свойств материалов. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Эффективно взаимодействует и работает в коллективе и команде. Осуществляет устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста. Пользуется профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.
Знать:	
31 Наименование, маркировку, основные свойства и классификацию углеродистых 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.	Знает расшифровку углеродистых конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов, полимерных материалов их наименование, маркировку, основные свойства и классификацию. Знает назначение и применение охлаждающих и смазывающих материалов. Знает механические испытания образцов материалов на растяжение, изгиб, испытание на твердость.

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 Физико - химические закономерности формирования структуры материалов				
Тема 1.1 Строение и свойства материалов	З1- З3 ОК 01, ОК 04, ОК 05 ОК 09, ПК 1.1 ПК 1.2 ЛР 1, 6, 7, 8, 11-20	Устный опрос, практические занятия	З1, З3 У 1-2 ОК2,	1 семестр дифференцированный зачёт
Тема 1.2 Формирование структуры литых материалов	З1-З3 У 1-2 ОК 01, ОК 04, ОК 05 ОК 09, ПК 1.1 ПК 1.2 ЛР 1, 6, 7, 8, 11-20	Устный опрос, практические занятия		
Тема 1.3 Диаграммы состояния металлов и сплавов	З1-З3 У 1-2 ОК 01, ОК 04, ОК 05 ОК 09, ПК 1.1 ПК 1.2 ЛР 1, 6, 7, 8, 11-20	Устный опрос, практические занятия, самостоятельная работа		
Тема 1.4 Пластическая деформация и механические свойства металлов и сплавов	З1-З3 У 1-2 ОК 01, ОК 04, ОК 05 ОК 09, ПК 1.1 ПК 1.2 ЛР 1, 6, 7, 8, 11-20	Устный опрос, практические занятия, самостоятельная работа		
Тема 1.5 Термическая и химико-	З1-З3 У 1-2 ОК 01,	Устный опрос, практические занятия,		

термическая обработка металлов и сплавов	ОК 04, ОК 05 ОК 09, ПК 1.1 ПК 1.2 ЛР 1, 6, 7, 8, 11-20	самостоятельная работа		
Раздел 2 Материалы и сплавы				
Тема 2.1 Конструкционные стали и сплавы	31-3 3 У 1-2 ОК 01, ОК 04, ОК 05 ОК 09, ПК 1.1 ПК 1.2 ЛР 1, 6, 7, 8, 11-20	Устный опрос, практические занятия		
Тема 2.2 Инструментальные стали и сплавы	31- 33 У 1-2 ОК 01, ОК 04, ОК 05 ОК 09, ПК 1.1 ПК 1.2 ЛР 1, 6, 7, 8, 11-20	Устный опрос, практические занятия		
Тема 2.3 Чугуны	31-33 У 1-2 ОК 01, ОК 04, ОК 05 ОК 09, ПК 1.1 ПК 1.2 ЛР 1, 6, 7, 8, 11-20	Устный опрос, практические занятия		
Тема 2.4 Цветные металлы и сплавы на их основе	31- 33 У 1-2 ОК 01, ОК 04, ОК 05 ОК 09, ПК 1.1 ПК 1.2 ЛР 1, 6, 7, 8, 11-20	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, 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. 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.

4.5. 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

1. Дифференцированный зачет

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.

Тема 1.1 Строение и свойства материалов

Тема 1.2 Формирование структуры литых материалов

Тема 1.3 Диаграммы состояния металлов и сплавов

Тема 1.4 Пластическая деформация и механические свойства металлов и сплавов

Тема 1.5 Термическая и химико-термическая обработка металлов и сплавов

Тема 2.1 Конструкционные стали и сплавы

Тема 2.2 Инструментальные стали и сплавы

Тема 2.3 Чугуны

Тема 2.4 Цветные металлы и сплавы на их основе

2. Тестовые задания с эталонами ответов.

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 металлов. 3. Аллотропия металлов.	Характеристики А) Переход металла из жидкого состояния в твердое. Б) Процесс изменения кристаллических решеток в 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) 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.	
12.	Какая марка соответствует высококачественной стали? 1) сталь У12; 2) сталь 45; 3) сталь 45А 4) БСт3сп; 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.	
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;	
15.	При каком виде термической обработки охлаждение заготовок совершается на воздухе? 1) закалка; 2) отжиг; 3) отпуск; 4) нормализация	
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.	
17	Как называют процесс насыщения поверхности металлического изделия углеродом? 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 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.	

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

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

4. Эталоны ответов

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.		
	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...	1 – Б 2 – А
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.	1 – В 2 – А 3 - Б
3	Установите соответствие между определениями и их характеристиками.		
	Определения 1. Первичная кристаллизация.	Характеристики А) Переход металла из жидкого состояния в твердое.	1 - А 2 - В 3 - Б

	2.Анизотропия металлов. 3.Аллотропия металлов.	Б) Процесс изменения кристаллических решеток 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.	1 – Б 2 – В 3 - А
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; 5) сталь 75.	3
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	3

.	углеродом? 1) борирование; 2) цианирование; 3) цементация;	
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)? 1) 45; 2) У7; 3) 40Х13; 4) 38ХМЮА; 5) 65С.	3
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 с цинком 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 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.

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, 2024 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 «30» августа 2023 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	Системы допусков и посадок, точность обработки, качества, классы точности
32	Допуски и отклонения формы и расположения поверхностей.

Обучающийся должен уметь:

У 1 контролировать качество выполняемых работ.

Личностные результаты учебной дисциплины

Личностные результаты реализации программы воспитания (описатели)	Код личностных результатов реализации программы воспитания
Портрет выпускника СПО	
Проявляющий активную гражданскую позицию, демонстрирующий приверженность принципам честности, порядочности, открытости. Экономически активный и участвующий в студенческом и территориальном самоуправлении, в том числе на условиях добровольчества, продуктивно взаимодействующие и участвующие в деятельности общественных организаций. Готовый использовать свой личный и профессиональный потенциал для защиты национальных интересов России.	ЛР 2
Принимающий цели и задачи научно-технологического, экономического, информационного развития России, готовый работать на их достижение. Стремящийся к формированию в сетевой среде личностного и профессионального, конструктивного «цифрового следа».	ЛР 6
Готовый соответствовать ожиданиям работодателей: проектно мыслящий, эффективно взаимодействующий с членами команды и сотрудничающий с другими людьми, осознанно выполняющий профессиональные требования, ответственный, пунктуальный, дисциплинированный, трудолюбивый, критически мыслящий, нацеленный на достижение поставленных целей; демонстрирующий профессиональную жизнестойкость.	ЛР 7
Принимающий активное участие в социально значимых мероприятиях, соблюдающий нормы правопорядка, следующий идеалам гражданского общества, обеспечения безопасности, прав и свобод граждан России; готовый оказать поддержку нуждающимся. Соблюдающий и пропагандирующий правила здорового и безопасного образа жизни, спорта; предупреждающий либо преодолевающий зависимости от алкоголя, табака, психоактивных веществ, азартных игр и т.д.	ЛР 10

Осознающий приоритетную ценность личности человека; уважающий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.	ЛР 12
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные ключевыми работодателями	
Умение реализовывать личностные качества в производственном процессе	ЛР 13
Стрессоустойчивость, коммуникабельность	ЛР 14
Опыт научно-исследовательской деятельности	ЛР 15
Открытый к текущим и перспективным изменениям в мире труда, демонстрирующий навыки самообразования и саморазвития.	ЛР 16
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные субъектами образовательного процесса	
Инновационность мышления в реализации производственных задач	ЛР 17
Выполнение социальных норм и правил, внутреннего распорядка колледжа и предприятия	ЛР 28
Профессиональная идентичность и ответственность	ЛР 19
Самооценка и рефлексия результатов своей деятельности и развития	ЛР 20

Формируемые ОК:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2 Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

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.

ПК 1.6. Проводить контроль подготовки и сборки элементов конструкции под сварку.

ПК 1.9. Проводить контроль сварных соединений на соответствие геометрическим размерам, требуемым 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

Уметь:	
У 1. Контролировать качество выполняемых работ. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем. ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде; ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке	Проводит контроль подготовки и сборки элементов конструкции под сварку на соответствие геометрическим размерам, требуемым конструкторской и производственно - технологической документацией по сварке. Проводит контроль сварных соединений на соответствие геометрическим размерам, требуемым конструкторской и производственно-технологической документацией по сварке. определяет характер сопряжения (групп посадок) по данным чертежей, по выполненным расчетам. Применяет контрольно- измерительные приборы и инструменты. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). Использование передовых информационно-коммуникационные технологии. 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
Знать:	
З1 Системы допусков и посадок, точность обработки, качества, классы точности.	Знает принципы построения Единой системы допусков и посадок (ЕСДП) и их

32 Допуски и отклонения формы и расположения поверхностей.	обозначение на чертежах. Знает правила оформления технологической и технической документации с учетом основных положений метрологии, стандартизации и сертификации в производственной деятельности. Знает устройство и принципы работы измерительных инструментов. Знает методы определения погрешностей измерений. Знает размеры допусков для основных видов механической обработки и для деталей, поступающих на сборку. Знает устройство, назначение, правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов; - знать методы и средства контроля обработанных поверхностей.

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 соединениях					
Тема 1.1 Общие сведения о допусках и технических измерениях	31-32 У 1 ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.6, ПК 1.9, ЛР 2, 6, 7, 10, 12-20	Устный опрос, практические занятия Тестирование	У 1 З 1-2 ОК 1-2 ПК 1.1	1 семестр дифференцированный зачёт	
Раздел 2. Допуски и посадки					
Тема 2.1 Линейные размеры	31-32 У 1 ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.6, ПК 1.9, ЛР 2, 6, 7, 10, 12-20	Устный опрос, практические занятия Самостоятельная работа			
Тема 2.2 Единая система допусков и посадок	31-32 У 1 ОК 01, ОК 02,	Устный опрос, практические занятия			

	ОК 04, ОК 05, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.6, ПК 1.9, ЛР 2, 6, 7, 10, 12-20			
Тема 2.3 Допуски на отклонения формы и шероховатость поверхностей	31-32 У 1 ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.6, ПК 1.9, ЛР 2, 6, 7, 10, 12-20	Устный опрос, практические занятия. Тестирование.		
Раздел 3 Технические измерения				
Тема 3.1 Измерительные средства линейных размеров	31-32 У 1 ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 05, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.6, ПК 1.9, ЛР 2, 6, 7, 10, 12-20	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.

Вариант 1

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.

$$\text{а) } \varnothing 10 \begin{array}{c} +0,022 \\ -0,025 \\ -0,040 \end{array}; \quad \text{б) } \varnothing 16 \begin{array}{c} +0,027 \\ +0,016 \\ -0,008 \end{array}; \quad \text{в) } \varnothing 150 \begin{array}{c} +0,100 \\ -0,043 \\ -0,143 \end{array};$$

$$\text{г) } \varnothing 195 \begin{array}{c} +0,355 \\ +0,170 \\ -0,185 \end{array}; \quad \text{д) } \varnothing 270 \begin{array}{c} +0,052 \\ -0,017 \\ -0,049 \end{array}.$$

Дана посадка с натягом, мм.

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

$$\text{а) } \varnothing 160 \begin{array}{c} -0,085 \\ -0,125 \\ -0,025 \end{array}; \quad \text{б) } \varnothing 24 \begin{array}{c} +0,013 \\ +0,031 \\ +0,022 \end{array}; \quad \text{в) } \varnothing 600 \begin{array}{c} +0,110 \\ +0,520 \\ +0,450 \end{array};$$

$$\text{г) } \varnothing 82 \begin{array}{c} +0,054 \\ +0,312 \\ +0,258 \end{array}; \quad \text{д) } \varnothing 135 \begin{array}{c} +0,025 \\ +0,110 \\ +0,092 \end{array}.$$

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.

$$\text{а) } \varnothing 5 \begin{array}{c} +0,005 \\ +0,005 \\ +0,001 \end{array}; \quad \text{б) } \varnothing 48 \begin{array}{c} +0,007 \\ -0,018 \\ -0,016 \end{array}; \quad \text{в) } \varnothing 71 \begin{array}{c} +0,046 \\ +0,050 \\ +0,020 \end{array};$$

$$\text{г) } \varnothing 180 \begin{array}{c} +0,025 \\ +0,033 \\ +0,015 \end{array}; \quad \text{д) } \varnothing 280 \begin{array}{c} +0,052 \\ +0,52 \\ +0,020 \end{array}.$$

Точность формы и расположенных поверхностей

ЗАДАЧА 2

Расшифруйте условные обозначения допуска формы поверхностей детали (рис. 1-

10): определите вид отклонения и допуск.

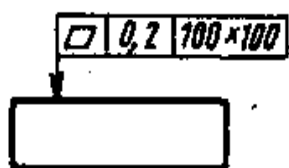


Рис. 1

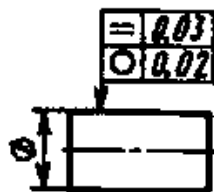


Рис. 2

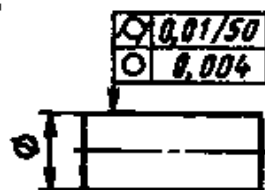


Рис. 3

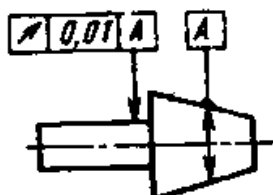


Рис. 4

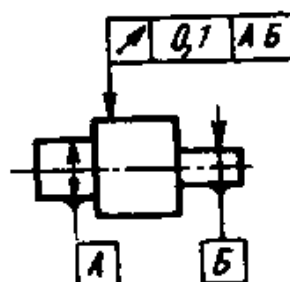


Рис. 5

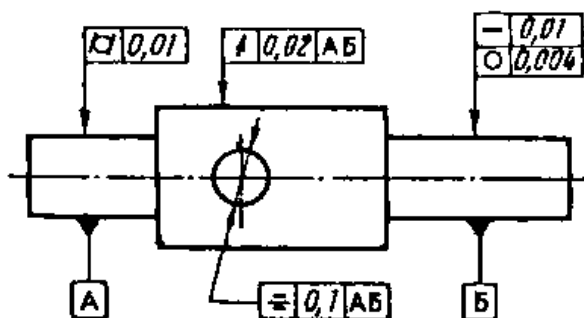


Рис. 6

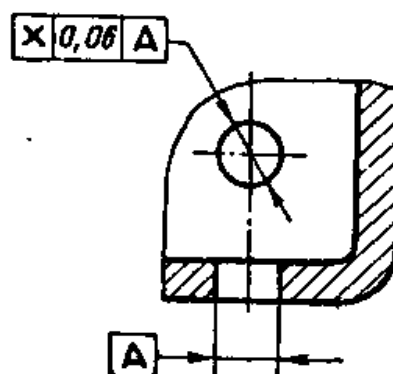


Рис. 7

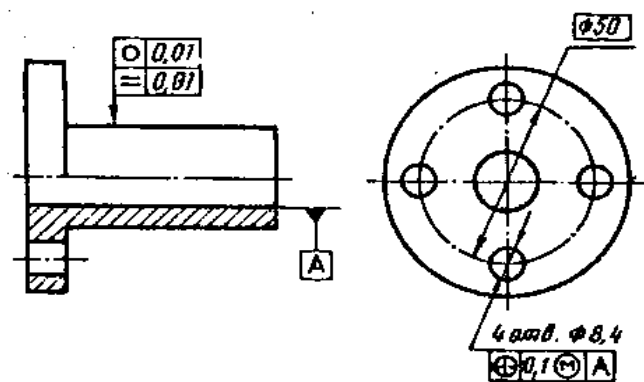


Рис. 8

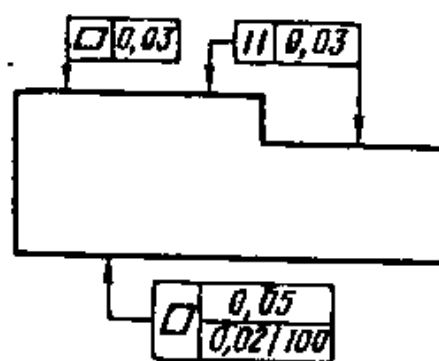


Рис. 9

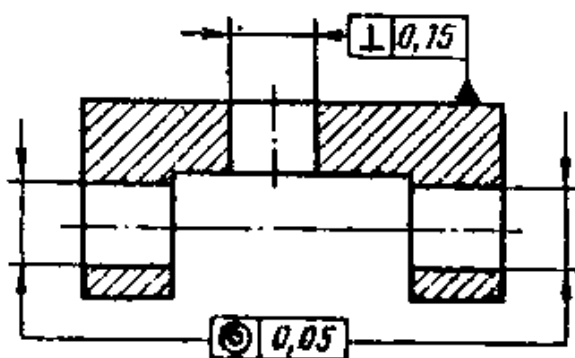


Рис. 10

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

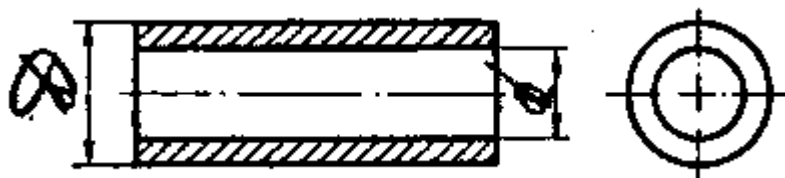


Рис. 11

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

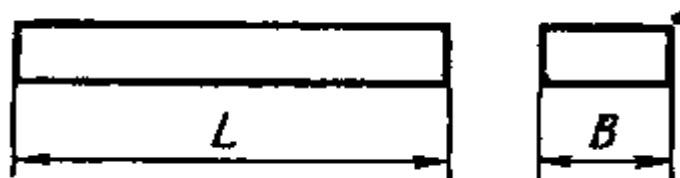


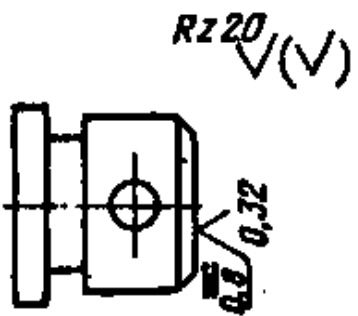
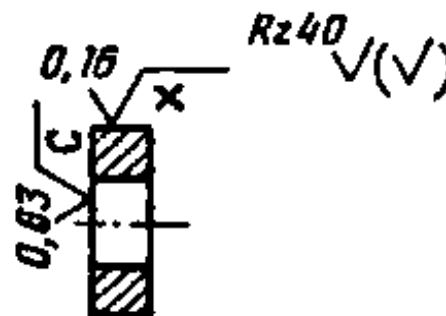
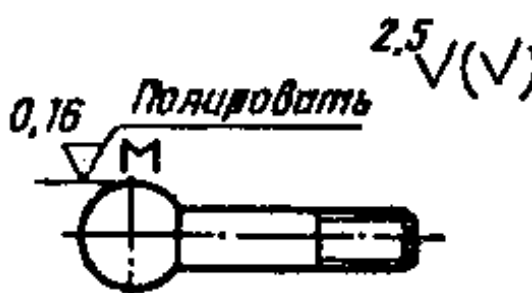
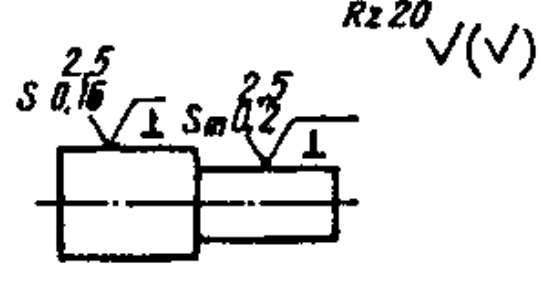
Рис. 12

Шероховатость поверхности

ЗАДАЧА 5

Расшифровать обозначение шероховатости поверхности на приведенных чертежах:

Вариант 1	Вариант 2
Вариант 3	Вариант 4
Вариант 5	Вариант 6
Вариант 7	Вариант 8

	
Вариант 9	Вариант 10
	

3. Оценка запланированных результатов по учебной дисциплине

Результаты обучения: умения, знания и общие компетенции	Показатели оценки результата Следует сформулировать показатели
Уметь:	
У 1. Контролировать качество выполняемых работ. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Проводит контроль подготовки и сборки элементов конструкции под сварку на соответствие геометрическим размерам, требуемым конструкторской и производственно - технологической документацией по сварке. Проводит контроль сварных соединений на соответствие геометрическим размерам, требуемым конструкторской и производственно-технологической документацией по сварке. определяет характер сопряжения (групп посадок) по данным чертежей, по выполненным расчетам. Применяет контрольно- измерительные приборы и инструменты. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять

	её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). Использование передовых информационно-коммуникационные технологии. Выявляет наиболее значимое в перечне информации. Составляет форму результатов поиска информации. Оценивает практическую значимость результатов поиска.
Знать:	
31 Системы допусков и посадок, точность обработки, квалитеты, классы точности. 32 Допуски и отклонения формы и расположения поверхностей.	Знает принципы построения Единой системы допусков и посадок (ЕСДП) и их обозначение на чертежах. Знает правила оформления технологической и технической документации с учетом основных положений метрологии, стандартизации и сертификации в производственной деятельности. Знает устройство и принципы работы измерительных инструментов. Знает методы определения погрешностей измерений. Знает размеры допусков для основных видов механической обработки и для деталей, поступающих на сборку. Знает устройство, назначение, правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов; - знать методы и средства контроля обработанных поверхностей.

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	6	10	В

Примеры решения задач

Взаимозаменяемость, допуски и посадки

ЗАДАЧА Дано отверстие $\varnothing 20^{+0,021}$, вал $\varnothing 20^{+0,048}_{+0,035}$. 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:

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

Предельные размеры отверстия и вала определяем по формулам:

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

Предельные натяги находим по формулам $N_{\max} = es - EI$, и $N_{\min} = ei - ES$: $N_{\max} = 48 - 0 = 48$ мкм, $N_{\min} = 35 - 21 = 14$ мкм или по предельным размерам: $N_{\max} = d_{\min} - D_{\max} = 20,035 - 20,021 = 0,014$ мм = 14 мкм, $N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = 20,035 - 20,021 = 0,014$ мм = 14 мкм.

По формулам $TD = ES - EI$; $Td = es - ei$ и $TII = TD + Td = TN$, где $TS = S_{\max} - S_{\min}$ – допуск зазора; $TN = N_{\max} - N_{\min}$ – допуск натяга вычисляем допуски отверстия, вала и посадки, мкм; $TD = 21$, $Td = 48 - 35 = 13$, $TII = 34$. Допуск натяга $TN = 48 - 14 = 34$ мкм, т.е. равен допуску посадки.

Чертим упрощенную схему полей допусков в масштабе (рис. 1).

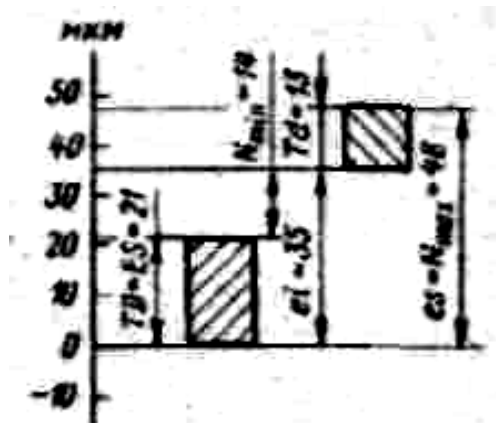
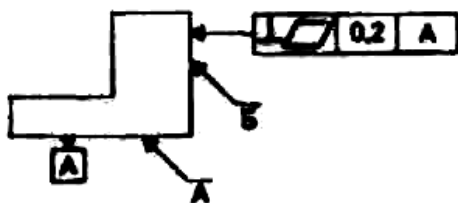


Рис. 1 Схема полей допусков

Точность формы и расположенных поверхностей

Расшифруйте условные обозначения предельных отклонений формы и расположения поверхностей.



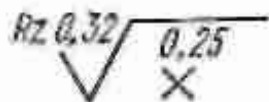
Суммарный допуск перпендикулярности и плоскостности поверхности Б относительно поверхности А 0,2 мм

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» - 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.

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. Основы технологии сварки и сварочное оборудование

подготовки квалифицированных рабочих, служащих

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

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 МДК01.01. Основы технологии сварки и сварочное оборудование

Разработчики:

Организация-разработчик: КГА ПОУ «ДИТК»

Разработчик: Гаврикова Елена Юрьевна, преподаватель

ОДОБРЕН

цикловой методической комиссией

Протокол № 1

от «3» августа 2022 г.

Председатель Гаврикова Елена Юрьевна

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. Основы технологии сварки и сварочное оборудование 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:

31 основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения);

32 основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах;

33 устройство вспомогательного оборудования, назначение, правила его эксплуатации и область применения;

34 устройство сварочного оборудования, назначение, правила его эксплуатации и область применения;

35 правила технической эксплуатации электроустановок.

Обучающийся должен уметь:

У1 использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки;

У2 использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку;

У3 применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку;

У4 пользоваться производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения трудовых функций.

Обучающийся должен иметь практический опыт:

-выполнения типовых слесарных операций, применяемых при подготовке деталей перед сваркой;

-выполнения сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку с применением сборочных приспособлений;

-выполнения сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку на прихватках;

-эксплуатирования оборудования для сварки;

-выполнения предварительного, сопутствующего (межслойного) подогрева свариваемых кромок;

-выполнения зачистки швов после сварки;

-использования измерительного инструмента для контроля геометрических размеров сварного шва;

-определения причин дефектов сварочных швов и соединений;

-предупреждения и устранения различных видов дефектов в сварных швах.

Личностные результаты реализации программы воспитания	Код личностных результатов

(дескрипторы)		реализации программы воспитания
Портрет выпускника СПО		
Осознающий себя гражданином и защитником великой страны.	ЛР 1	
Проявляющий активную гражданскую позицию, демонстрирующий приверженность принципам честности, порядочности, открытости. Экономически активный и участвующий в студенческом и территориальном самоуправлении, в том числе на условиях добровольчества, продуктивно взаимодействующие и участвующие в деятельности общественных организаций. Готовый использовать свой личный и профессиональный потенциал для защиты национальных интересов России.	ЛР 2	
Демонстрирующий приверженность к родной культуре, исторической памяти на основе любви к Родине, родному народу, малой родине, принятию традиционных ценностей многонационального народа России. Лояльный к установкам и проявлениям представителей субкультур, отличающий их от групп с деструктивным поведением. Демонстрирующий неприятие и предупреждающий социально опасное поведение окружающих.	ЛР 3	
Принимающий цели и задачи научно-технологического, экономического, информационного развития России, готовый работать на их достижение. Стремящийся к формированию в сетевой среде личностного и профессионального, конструктивного «цифрового следа».	ЛР 6	
Готовый соответствовать ожиданиям работодателей: проектно мыслящий, эффективно взаимодействующий с членами команды и сотрудничающий с другими людьми, осознанно выполняющий профессиональные требования, ответственный, пунктуальный, дисциплинированный, трудолюбивый, критически мыслящий, нацеленный на достижение поставленных целей; демонстрирующий профессиональную жизнестойкость.	ЛР 7	
Проявляющий и демонстрирующий уважение к представителям различных этнокультурных, социальных, конфессиональных и иных групп. Сопричастный к сохранению, преумножению и трансляции культурных традиций и ценностей многонационального российского государства.	ЛР 8	
Уважающий этнокультурные, религиозные права человека, в том числе с особенностями развития; ценящий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.	ЛР 9	
Осознающий приоритетную ценность личности человека; уважающий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.	ЛР 12	
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные ключевыми работодателями		
Умение реализовывать личностные качества в производственном процессе	ЛР 13	
Стрессоустойчивость, коммуникабельность	ЛР 14	

Опыт научно-исследовательской деятельности	ЛР 15
Открытый к текущим и перспективным изменениям в мире труда, демонстрирующий навыки самообразования и саморазвития.	ЛР 16
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные субъектами образовательного процесса	
Инновационность мышления в реализации производственных задач	ЛР 17
Выполнение социальных норм и правил, внутреннего распорядка колледжа и предприятия	ЛР 28
Профессиональная идентичность и ответственность	ЛР 19
Самооценка и рефлексия результатов своей деятельности и развития	ЛР 20

Формируемые ОК:

ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем

Формируемые ПК:

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ВД 1	Проведение подготовительных, сборочных операций перед сваркой, зачистка и контроль сварных швов после сварки
ПК 1.1.	Читать чертежи средней сложности и сложных сварных металлоконструкций.
ПК 1.2.	Использовать конструкторскую, нормативно-техническую и производственно-технологическую документацию по сварке.
ПК 1.3.	Проверять оснащенность, работоспособность, исправность и осуществлять настройку оборудования поста для различных способов сварки.

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-Использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки; ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и	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. Устанавливает работоспособность и

способов ее достижения, определенных руководителем.	исправность оборудования поста для сварки. Объясняет эксплуатацию оборудования для сварки. Демонстрация интереса к выбранной профессии через участие в конкурсах: - профессионального мастерства, - на лучшее <i>рационализаторское</i> предложение - технических олимпиадах; - викторинах по профессиям, - занятия в кружках технического творчества - участие в выполнении производственного плана учебной мастерской - участие выставке-ярмарке изделий. Выбор и применение методов и способов решения профессиональных задач при выполнении подготовительно-сварочных работ; оценка эффективности и качества выполнения. Решение стандартных и нестандартных профессиональных задач при выполнении подготовительно-сварочных работ Эффективный поиск необходимой информации; - использование различных источников, включая электронные. Использование передовых информационно-коммуникационные технологии. Умение работать бригадным методом Соблюдение единых педагогических требований и внутреннего трудового распорядка на предприятиях, при прохождении производственной практики. Прохождение воинской службы по контракту по полученной профессии
У2 -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. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную	Использует ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности.

деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участствует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
У3 использовать измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес. ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Использует измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участствует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
У4 - Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес	Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем	Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участствует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач
Знать:	
31 Основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения	Особенности металлургии сварки. Химические процессы, сопровождающие процесс сварки, структура сварных швов. Основные методы борьбы со сварочными напряжениями и деформациями
32 - Классификацию и общие представления о методах и способах сварки	Классификацию, методы, способы и виды сварки
33 Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах.	Сварные соединения, сварные швы. Условные обозначения сварных швов.
34 Устройство сварочного и вспомогательного оборудования, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения.	Трансформаторы: устройство, принцип действия. Выпрямители: устройство, принцип действия. Инверторы: устройство, принцип действия. Вспомогательные устройства для сварки.
35 Правила технической эксплуатации электроустановок	Правила технической эксплуатации электроустановок
36 Классификацию сварочного оборудования и материалов; - основные принципы работы источников питания для сварки	Общие сведения об источниках питания. Классификацию и обозначение источников питания. Внешнюю вольт – амперную характеристику и режим работы источников питания

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 Основы технологии сварки	31-33 У 1, 2 ПК 1.1-1.9 ОК 01-02, ЛР 1-3, 6-9, 12-20	Устный опрос, практические занятия.	31-33 У 1-4 ПК 1.1 ОК 01-02,	1 семестр – экзамен
Тема 1.2 Электрическая сварочная дуга	31-33 У 3 ПК 1.1-1.9 ОК 01-02, ЛР 1-3, 6-9, 12-20	Устный опрос, практические занятия, тестирование		
Тема 1.3 Источники питания сварочной дуги	33-36 У 4 ПК 1.1-1.9 ОК 01-02, ЛР 1-3, 6-9, 12-20	Устный опрос, практические занятия, тестирование. Контрольная 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. 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 объёме 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

1. Экзамен

1. Форма проведения: устная в форме билетов.

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. Основы технологии сварки
2. Электрическая сварочная дуга
3. Источники питания сварочной дуги

3.2. Перечень вопросов, выносимых на экзамен

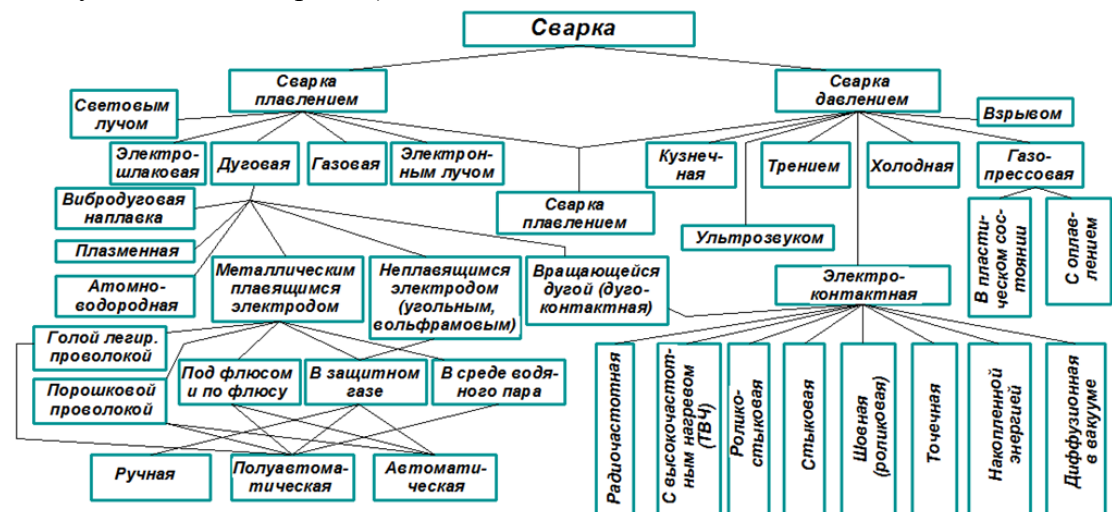
1. Общие сведения о сварке.
2. Классификация сварки металлов по физическим признакам.
3. Классификация сварки металлов по техническим признакам.
4. Краткая характеристика основных видов сварки.
5. Понятие о свариваемости металлов.
6. Сварочная дуга и ее разновидности.
7. Классификация сварочной дуги.
8. Структура сварочной дуги.
9. Процесс образования в газе электронов и ионов.
10. Термоэлектронная эмиссия.
11. Специфика сварочной дуги.
12. Статистическая вольтамперная характеристика и ее влияние на устойчивое горение дуги.
13. Тепловые свойства сварочной дуги.
14. Перенос расплавленного металла сварочной ванны.
15. Требования к источникам питания сварочной дуги.
16. Внешняя характеристика источника питания.
17. Напряжения холостого хода источника питания.
18. Режим работы источника питания.
19. Общие сведения о сварочных трансформаторах.
20. Сварочные трансформаторы с нормальным магнитным рассеянием.
21. Трансформаторы с увеличенным магнитным рассеянием.
22. Сварочные преобразователи и сварочные агрегаты.
23. Сварочные выпрямители.
24. Основные показатели источников питания.

4. Эталоны ответов на вопросы

1. Общие сведения о сварке.

Сваркой называют процесс получения неразъемных соединений путем сплавления при разогреве до жидкого состояния металла свариваемых деталей (в местах соединения) с металлом электрода.

Сваркой называется процесс получения неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их нагревании или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого (в соответствии с существующими стандартами).



Виды сварки

Различают два основных наиболее распространенных вида сварки: сварку плавлением и сварку давлением.

Сущность сварки плавлением состоит в том, что металл по кромкам свариваемых частей оплавляется под действием теплоты источника нагрева. Источником нагрева могут быть электрическая дуга, газовое пламя, расплавленный шлак, плазма, энергия лазерного луча. При всех видах сварки плавлением образующийся жидкий металл одной кромки соединяется и перемешивается с жидким металлом другой кромки, создается общий объем жидкого металла, который называется сварочной ванной. После затвердевания металла сварочной ванны получается сварной шов.

Среди большого разнообразия различных видов сварки плавлением ведущее место занимает дуговая сварка, при которой *источником теплоты является электрическая дуга*.

К сварке плавлением относится также газовая сварка, при которой для нагрева используется тепло пламени смеси газов, сжигаемой с помощью горелки (в соответствии с существующими стандартами). Способ газовой сварки был разработан в конце прошлого столетия, когда началось промышленное производство кислорода, водорода и ацетилена. В этот период газовая сварка являлась основным способом сварки металлов и обеспечивала получение наиболее прочных соединений. Наибольшее распространение получила газовая сварка с применением ацетилена.

Сущность сварки давлением состоит в пластическом деформировании металла по кромкам свариваемых частей путем их сжатия под нагрузкой при температуре ниже температуры плавления. Сварной шов получается в результате пластической деформации. Сваркой давлением хорошо свариваются только пластические металлы: медь, алюминий, свинец и др. (холодная сварка).

2.Классификация сварки металлов по физическим 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).

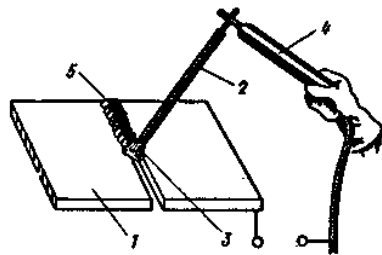


Рис.1. Ручная дуговая сварка покрытыми электродами: 1 – свариваемые детали; 2 – покрытый электрод; 3 – дуга; 4 – электрододержатель; 5 – шов

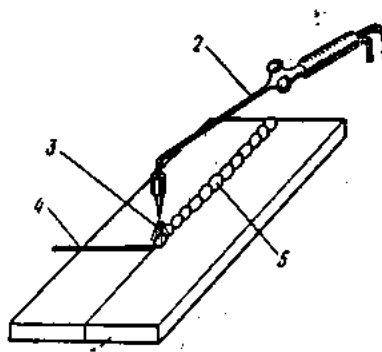


Рис2. Газовая сварка: 1 – свариваемые детали; 2 – горелка; 3 – пламя сжигаемых газов; 4 – присадочная проволока; 5 – шов.

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).

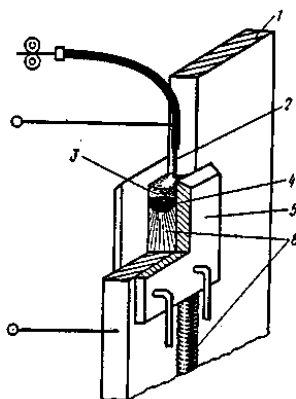


Рис.3. Электршлаковая сварка:

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);

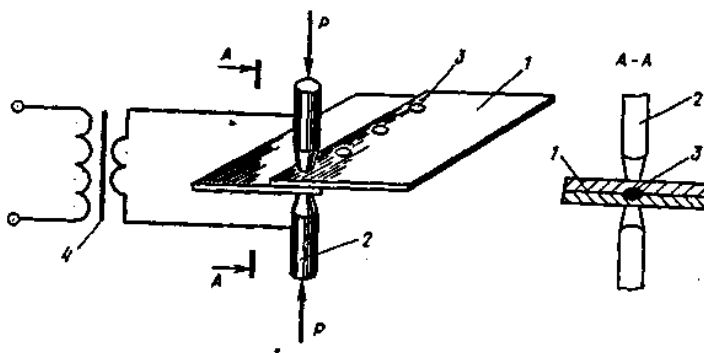


Рис. 4. Контактная точечная сварка 1 – свариваемые детали; 2 – электроды точечной сварочной машины; 3 – сварная точка; 4 – трансформатор

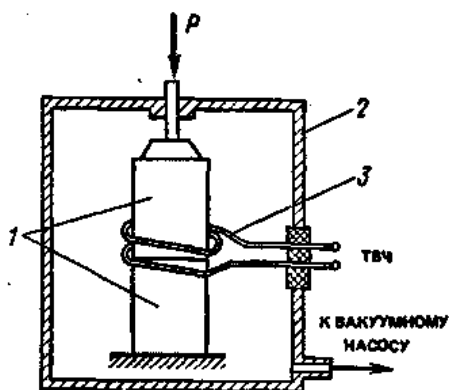


Рис. 5. Диффузионная сварка:

1 – свариваемые детали; 2 – вакуумная камера; 3 – индуктор для нагрева стыка деталей теплотой дуги (дугопрессовая сварка); теплотой, выделяемой при прохождении индукционного тока (индукции инопессовая 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).

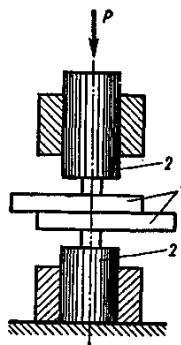


Рис.6. Холодная сварка:

1 – свариваемые детали; 2 – пуансоны

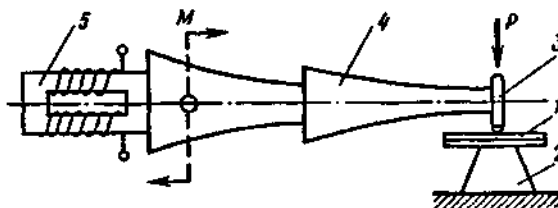


Рис.7. Ультразвуковая сварка: 1 – свариваемые детали; 2 – опоры; 3 – наконечник; 4 – волновод; 5 – магнитострикционный преобразователь



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.

3.Классификация видов сварки металлов по техническим признакам

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.

4. Краткая характеристика основных видов сварки.

Сварка плавлением относится к термическому классу и включает формы, выполняемые с применением тепловой энергии.

В зависимости от источника нагрева существуют следующие виды:

- Дуговая.
- Электрошлаковая.
- Лазерная.
- Газовая.
- Плазменная.
- Электронно-лучевая.
- Дуговая

Электродуговая сварка – распространенный вид. Применяется в быту, мелкомасштабном производстве, промышленности. Ее действие основано на получении тепла с помощью дугового разряда, который возникает между электродом и свариваемым металлом. Источник энергии – постоянный или переменный ток.

Под воздействием тепла торец электрода и кромки соединяемых деталей расплавляются, образуется сварочная ванна, некоторое время находящаяся в расплавленном состоянии. Сварное соединение образуется после затвердевания металла.

Электрошлаковая. Источником нагрева служит тепло, которое выделяется в жидкой ванне при прохождении электрического тока через расплавленный шлак (флюс).

Принцип действия заключается в прохождении электрического тока по электроду, расплавленному шлаку, основному металлу. Этим обеспечивается расплавление базисного и присадочного металлов и специального флюса, постоянно поступающего в ванну.

Электрошлаковый способ сваривания применяют при соединении деталей, имеющих толщину 15-600 мм.

Лазерная. Для нагрева используется энергия излучения лазера. Процесс состоит в расплавлении кромок металла лазерным лучом. Его образование происходит от источника света, получаемого вследствие излучения фотонов возбужденными атомами.

Газовая. Источник нагрева — тепло пламени газов, сжигаемых в кислороде, с использованием горелки. Выделяемое тепло оплавляет поверхность свариваемых деталей и присадочный материал, образуя сварочную ванну — металл шва в жидком состоянии.

Виды горючих веществ, смешиваемых с кислородом: ацетилен; водород; бутан; пропан; бензин

Плазменная. Нагрев осуществляется с помощью сжатой дуги. Энергоносителем служит электрический разряд. Источник нагрева — плазма, высокотемпературный ионизирующийся газ. Для самопроизвольной ионизации необходима температура более 5500° С.

Принцип действия плазменной сварки основан на процессе расплавления металла потоком плазмы, генерируемым сжатой дугой, расположенной в плазмотроне. Дуга обдувается газом, который нагревается и ионизируется. В результате заряженные частицы газа превращаются в направленный поток плазмы, который выдувается соплом плазмотрона.

Применяют в приборостроении, авиационной промышленности, для соединения молибдена, вольфрама, сплавов никеля, нержавеющей сталей.

Благодаря глубокому проплавлению металла, возможна сварка листовых металлов с толщиной до 9 мм.

Электронно-лучевая. Источник нагрева — энергия ускоренных электронов сфокусированного электронного луча, который формируется электронной пушкой. Процесс сварки проводится в вакуумной камере с помощью электронного луча.

Метод применяется в авиационной, космической отрасли, приборостроении.

5. 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:

состава металла и его физических свойств;

способа и режимов сварки;

состава присадочного материала, флюсов, покрытий электродов, защитного газа;

сопровождающих условий (предварительный, сопутствующий подогрев, термообработка);

формы и размеров изделий;

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, низколегированные, 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 сварочный 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 У

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).

6. 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. Применяет 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

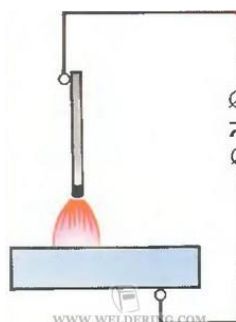
Разновидности дуги отличаются схемой подвода сварочного тока и средой, в которой они возникают, наиболее распространенными вариантами являются:

- **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;

7. Классификация сварочной дуги.

1. По принципу работы различают сварочные дуги:

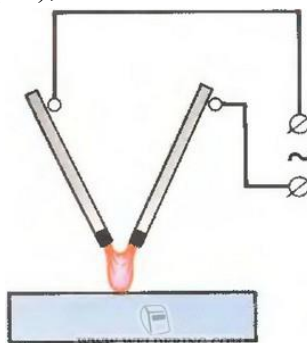
Прямого действия – это дуговой разряд, который происходит между электродом и деталью (изделием);



Дуговой разряд между электродом и изделием используется:

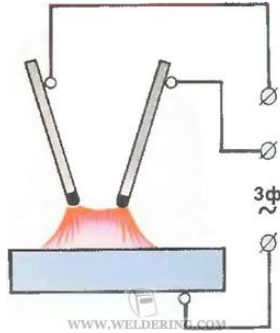
- при дуговой сварке покрытыми электродами
- при сварке неплавящимся электродом в защитных газах
- при сварке плавящимся электродом под флюсом или в защитных газах

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.

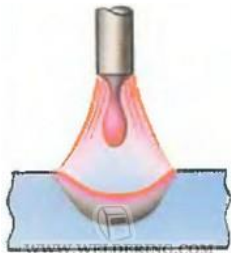


Два дуговых разряда между электродами и изделием, а третий - между электродами
используется:

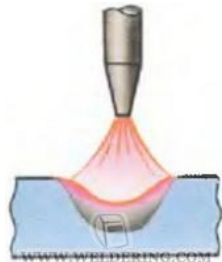
- при сварке спиралешовных труб на станках автоматической сварки под флюсом

2. По виду применяемого электрода

Дуга с плавящимся электродом

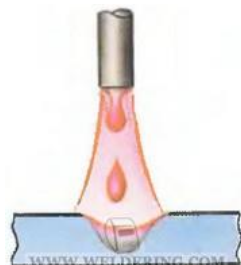


Дуга с неплавящимся электродом

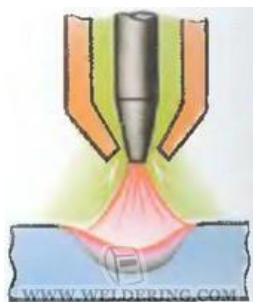


3. По степени сжатия

Свободная дуга

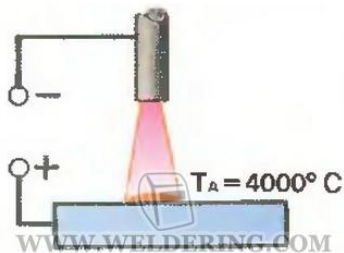


Сжатая дуга

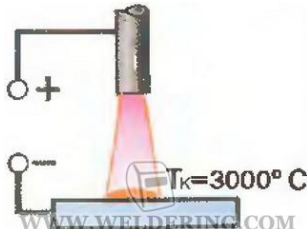


4. По полярности постоянного тока

Прямая дуга

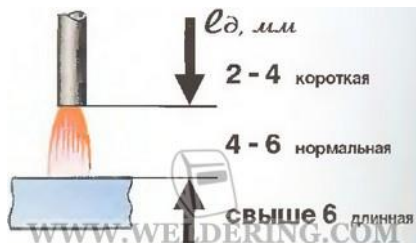


Обратная дуга



При обратной полярности температура на поверхности металла ниже. Используют при сварке тонкой или высоколегированной стали

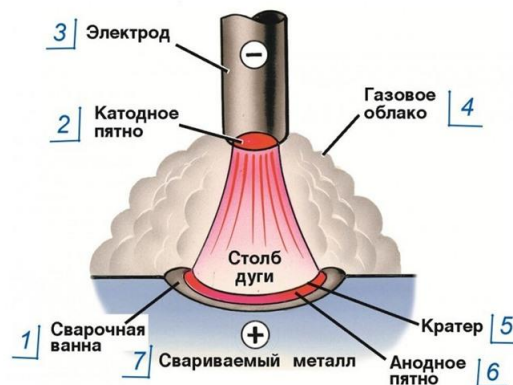
5. По длине



8. Структура сварочной дуги.

Сварочная дуга – это электроряд, расположенный между электродами, имеющий значительную длину и выделяющий большой объем энергии. Дуга характеризуется разницей потенциалов, возникающей в газовой среде.

Столб дуги — это светящийся ионизированный газовый проводник, который протягивается от катода к аноду и имеет высокое электрическое сопротивление.



Обычно дуга имеет длину приблизительно 5 мм. Внутри дуги выделяются три основные зоны:

- Анодная зона, которая имеет размер до 10 микронов.
- Катодная зона, которая в 10 раз меньше по размеру по сравнению с анодной.
- Столб дуги — видимая глазом светящаяся полоса.

Температура сварочной дуги создается за счет электронов, которые появляются в катодной зоне. Катодное пятно нагревается до 38 % от температуры плазмы, которая может достигать +10 000 °С. В этом процессе электроны движутся к аноду, а протоны — к катоду, создавая уникальное движение частиц внутри сварочного столба. Этот столб не имеет заряда и остается нейтральным во время всей сварки, обеспечивая высокие температуры металла до +2 350 °С и расплава до +1 700 °С.

Анодное пятно в системе сварочной дуги — это место, где нейтрализуются электроны. Этот участок обычно на 4–6 % горячее, чем катодное пятно. Интересно, что напряжение в этих зонах снижается настолько, что их свечение становится невозможным. Человеческий глаз воспринимает только плазму, которая испускает ультрафиолетовое, инфракрасное и видимое световое излучение. Следует помнить, что такое излучение опасно для зрения и кожи, поэтому профессиональные сварщики никогда не пренебрегают индивидуальными средствами защиты при работе со сварочной дугой.

9. Процесс образования в газе электронов и ионов.

Сварочной дугой называют разряд электрического тока в газовой среде между находящимися под напряжением твердыми или жидкими проводниками (электродами), который является концентрированным источником теплоты и используется для расплавления металла при сварке.

Электрические заряды в сварочной дуге переносятся заряженными частицами — электронами, а также положительно и отрицательно заряженными ионами. Физический процесс, при котором в газе образуются положительные и отрицательные ионы, называется *ионизацией*, а такой газ — *ионизированным*.



Сварочные дуги классифицируются по ряду признаков:

Соответственно различают виды ионизации газов: соударением частиц, фотоионизацию (ионизация фотонами), термическую, электрическим полем.

Дуговой промежуток в сварочной дуге разделяется на три области (рис. 11): катодную, анодную и столб дуги. В процессе горения дуги на электроде и основном металле возникают активные пятна, которые представляют собой наиболее нагретые участки и проводят весь ток дуги. Активные пятна называются соответственно анодным и катодным.

С катодного пятна происходит дополнительный выход электронов, кроме образовавшихся при ионизации в междуэлектродном пространстве. Электроны, которые выходят с поверхности электрода, называются первичными. Выход этих электронов происходит за счет различных факторов: термоэлектронной эмиссии (испускания), автоэлектронной эмиссии, ионизации на катоде.

10. Термоэлектронная эмиссия.

Термоэлектронная эмиссия электронов происходит в результате нагрева поверхности электрода до высокой температуры, при которой электроны могут приобрести скорость, достаточную для отрыва их от атомов. Электроны открываются от поверхности катода и устремляются к аноду. Чем больше температура нагрева электрода, тем больше количество вырываемых электронов.

Автоэлектронная эмиссия электронов происходит из-за высокой напряженности электрического поля. Чем больше разность потенциалов между электродами, тем больше испускание с катода первичных электронов. Ионизация на катоде происходит в результате соударений с электронами положительных ионов. Положительные ионы образуются в результате ионизации в столбе дуги и притягиваются к катоду. Ионизация может происходить также в результате воздействий излучения (фотоионизация).

В столбе дуги происходит образование так называемых вторичных электронов, а также положительных ионов (вторичными называют электроны, выбитые с орбит нейтральных атомов, находящихся в междуэлектродном пространстве).

Таким образом, в столбе дуги электроны движутся к аноду, положительные ионы — к катоду. При этом ионы и электроны могут снова соединяться, образуя нейтральные атомы. Этот процесс называется *рекомбинацией*. В результате рекомбинации процессы образования и исчезновения заряженных частиц в дуге уравниваются и степень ионизации нагретого газа остаётся постоянной.

Анодная область дуги включает в себя анодное пятно и приэлектродную область. Анодное пятно бомбардируют электроны, в результате чего образуются ионы. От сильной бомбардировки анодная область всегда имеет форму, напоминающую форму чаши (или — выгнутой сферы) и называемую *сварочным кратером*.

11. Специфика сварочной дуги.

Сварочная дуга по сравнению с другими электрическими разрядами имеет следующие особенности:

1. Неравномерное распределение электрического поля в междуэлектродном пространстве (рис. 1). Вблизи электродов создаются резкие изменения потенциала — это катодное и анодное падения напряжения, причем катодное падение напряжения (порядка 10 В) обычно значительно больше анодного. Такие скачки падений напряжения на участке весьма малой протяженности вызваны условиями прохождения тока из одной среды (металлический проводник) в другую (газ и пары сварочных материалов).

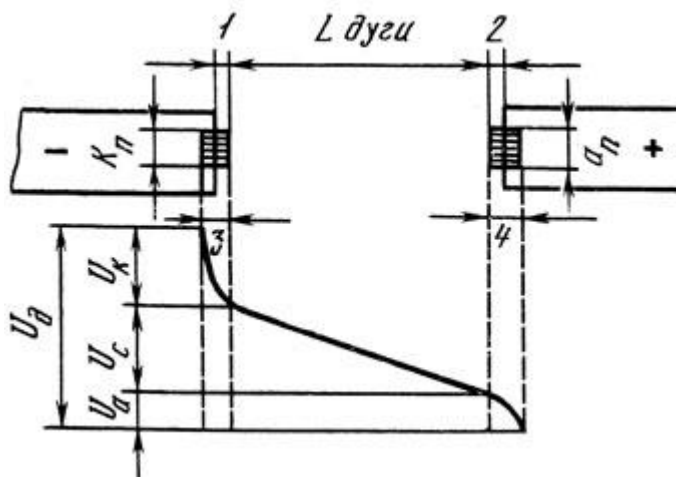


Рис. 1. Падения напряжения в дуге: U_k , U_c и U_a — падения напряжений в катодной области, в столбе дуги и анодной области, U_d — напряжение дуги, K_n и a_n — диаметр катодного и анодного пятен; 1 и 2 — высота приэлектродных областей, 3 и 4 — высота катодной и анодной областей

2. Высокая плотность тока в дуге, достигающая тысяч А/см² на электродах и в столбе дуги.

3. Высокая температура дуги. Наибольшая температура достигается в столбе дуги, наименьшая — на поверхности катода и анода. Температура на поверхности катода и анода достигает температуры испарения электродов независимо от вида дуговой сварки. Например, при сварке стали на прямой полярности угольным электродом температура катода может достигать температуры кипения углерода, т. е. $\sim 3700^\circ\text{C}$.

Температура в столбе дуги зависит от величины эффективного потенциала ионизации $U_{i_{\text{эф}}}$, состава ионизированного газа и плотности тока столба дуги.

Между температурой столба дуги и эффективным потенциалом ионизации при сварке штучными электродами найдена зависимость. $T_c = 800 U_{i_{\text{эф}}}$. Обычно величина эффективного ионизационного потенциала близка по величине к наименьшему ионизационному потенциалу одного из компонентов, участвующих в смеси дугового газа. Например, при сварке толстопокрытыми электродами, в состав покрытия которых

включено легкоионизирующее (стабилизирующее) вещество, содержащее натрий, $T_c = 800 \cdot 5,1 = 4080$ К, где 5,1 - величина ионизационного потенциала натрия.

Особенно сильно возрастает температура столба дуги при его сжатии.

4. Возможность получения различных статических вольтамперных характеристик. *Статической вольтамперной характеристикой дуги* называют зависимость падения напряжения в дуге от силы тока при постоянной длине дуги (установившемся горении). Дуга, применяющаяся в сварочной технике, может иметь падающую, жесткую и возрастающую характеристики в зависимости от условий сварки (рис. 2).

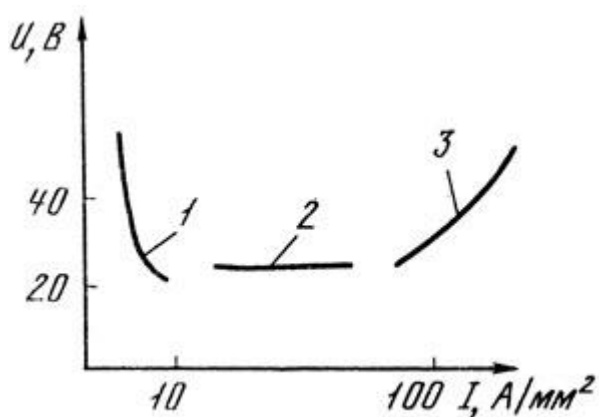


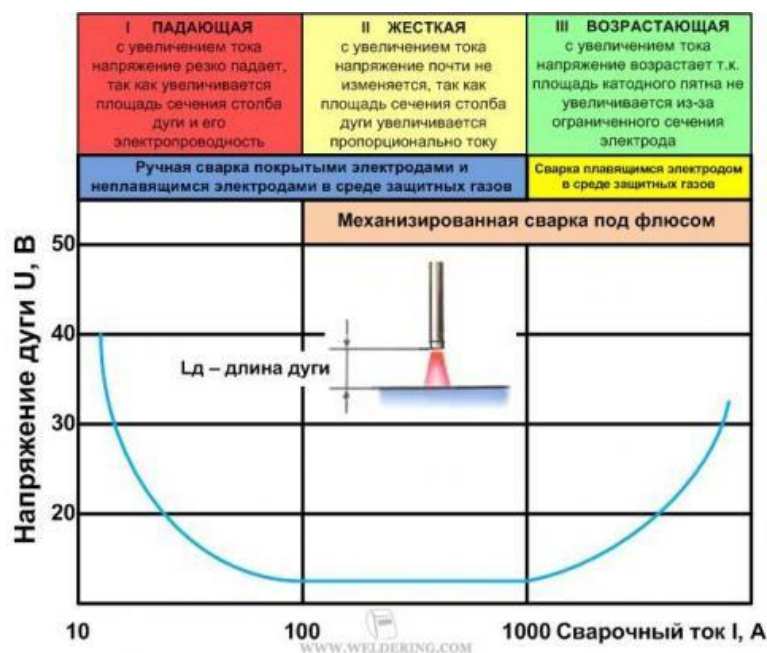
Рис. 2. Статические вольтамперные характеристики дуги: 1 - падающая, 2 - жесткая, 3 - возрастающая

Падающая характеристика - с увеличением тока напряжение уменьшается, жесткая характеристика - увеличение тока не изменяет напряжения дуги, возрастающая характеристика - увеличение сварочного тока приводит к возрастанию напряжения дуги.

Падающий участок характерен для маломощной дуги, при сварочном токе менее 50 А и плотности тока на электроде 10 - 12 А/мм². Жесткая характеристика соответствует сварочным токам 50 - 1000 А и плотностям тока на электроде от 12 до 80 А/мм². Возрастающая характеристика дуги наблюдается при сварке тонкой сварочной проволокой с плотностями тока на электроде более 80 А/мм².

12. Статистическая вольтамперная характеристика и ее влияние на устойчивое горение дуги.

Статическая вольтамперная характеристика дуги показывает зависимость между установившимися значениями тока и напряжения дуги при постоянной ее длине.



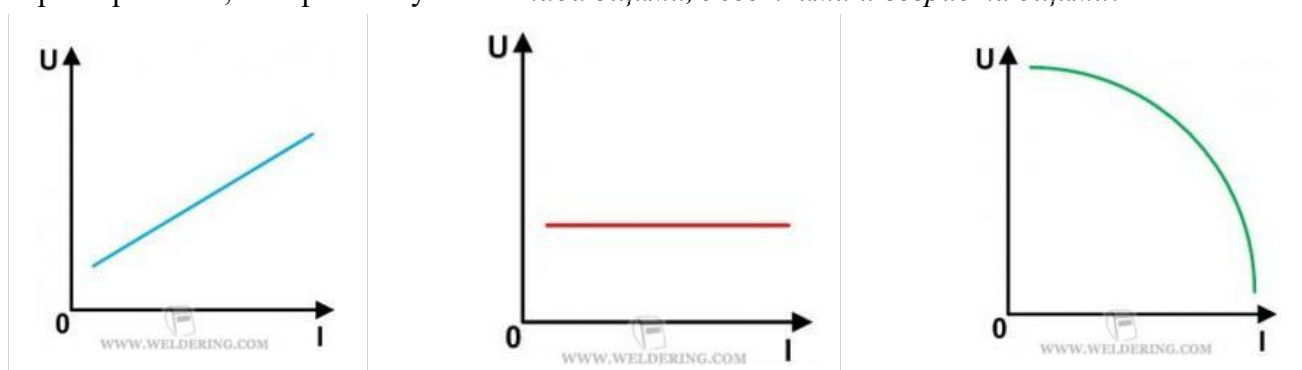
Характеристика имеет три области

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 вольтамперные характеристики, которые могут быть *падающими, жесткими и возрастающими*.



возрастающая

жесткая

падающая

Для стабильного горения дуги необходимо, чтобы было равенство между напряжениями и токами дуги (U_d, I_d) и источника питания (U_n, I_n).

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.

13. Тепловые свойства сварочной дуги.

Сварочная дуга образуется за счет мощной энергии заряженных частиц, которые возникают между катодом и анодом. В результате этого появляется тепловая энергия способная плавить металлы.

Значение тепловой энергии в зоне анода и катода разное, что позволило при сварке постоянным током решать различные технологические задачи. В катодной зоне температура достигает 2400 градусов, в то время как в анодной 2600 градусов.

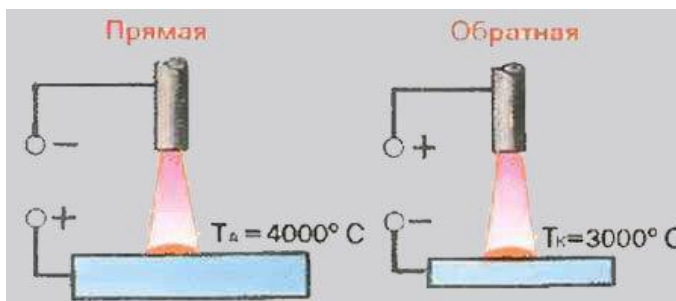
Поэтому при сварке толстых металлов, которые требуют большего подвода тепла, используется прямая полярность. При этом плюсовая клемма от сварочного аппарата подсоединяется к заготовке, а минусовая к электроду. При сварке тонколистовых и тонкостенных изделий используется сварка постоянным током обратной полярности.

При сварке постоянным током наиболее всего тепла выделяется в зоне анода. Обусловлено это тем, что заряженные частицы здесь двигаются быстрее, чем в зоне катода. Соответственно и тепла выделяется больше чем в катодной зоне.

температура дуги при сварке металлическим электродом в зоне анода достигает 2600 градусов, в то время как в катодной зоне температура несколько ниже, порядка 2400 градусов. При сварке угольными электродами, температура катодной и анодной зон составляет 3200 и 3900 градусов с плюсом.

Как было сказано выше, такая разница температур в катодной и анодной зонах используется для сварки тонких и толстых металлов. Там где важно не прожечь тонкий металл, при сваривании нержавеющей изделий, применяется обратная полярность. Катод подключается к заготовке, а анод подсоединяется к электроду.

При этом обеспечивается наименьший нагрев свариваемой детали и ускоренное расплавление электрода. Прямая и обратная полярность работает только при сварке на постоянном токе.



Этого эффекта невозможно достичь при питании сварочной дуги переменным током, поскольку все время происходит периодическая смена анодного и катодного пятна (в зависимости от частоты переменного тока).

14. 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.

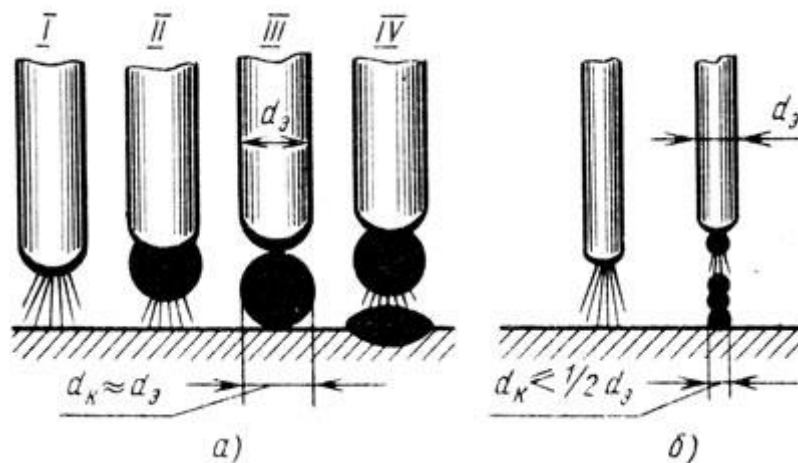


Рис. 1. Процесс переноса электродного металла на изделие при короткой дуге: а - крупнокапельный, б - струйный; I - IV - последовательные этапы процесса, d_k - диаметр капли, d_3 - диаметр электрода

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 каплей 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).

15. Требования к источникам питания сварочной дуги

Электрическая сварочная дуга представляет собой такой вид нагрузки, который отличается от других потребителей электроэнергии тем, что для зажигания дуги требуется напряжение значительно выше, чем для поддержания ее горения; дуга горит с перерывами, во время которых электрическая цепь либо разрывается, либо происходит короткое замыкание. Во время горения дуги напряжение ее меняется с изменением длины дуги, следовательно, меняется и сила сварочного тока. При коротком замыкании (в моменты зажигания дуги и перехода капли расплавленного металла на изделие) напряжение между электродом и изделием падает до нуля.

Эти особенности дуги обуславливают следующие требования, предъявляемые к источникам питания (для ручной дуговой сварки):

1. Напряжение холостого хода должно быть в 2 - 3 раза выше напряжения дуги. Это необходимо для легкого зажигания дуги; в то же время оно должно быть безопасным для сварщика при условии выполнения им необходимых правил. Напряжение холостого хода обычно равно 50 - 70 В. ГОСТ устанавливает максимальное напряжение холостого хода не более 80 В для источников питания переменного тока и 90 В - постоянного тока.

2. Сила тока при коротком замыкании должна быть ограничена. Нормальный процесс дуговой сварки обеспечивается, если

$$\frac{I_{к.з}}{I_{св}} = 1,1 \div 1,5,$$

где $I_{к.з}$ - сила тока короткого замыкания;

$I_{св}$ - сила сварочного тока.

В некоторых случаях это отношение может достигать 2.

3. Изменения напряжения дуги, происходящие вследствие изменения ее длины, не должны вызывать существенного изменения силы сварочного тока, а следовательно, изменения теплового режима сварки.

4. Время восстановления напряжения от 0 до 25 В после короткого замыкания не должно превышать 0,05 с, что обеспечивает устойчивость дуги.

5. Источник питания должен иметь устройство для регулирования силы сварочного тока. Пределы регулирования тока должны быть (приблизительно) от 30 до 130% к номинальному сварочному току. Это необходимо для того, чтобы от одного источника питания производить сварку электродами разных диаметров.

16. Внешняя характеристика источника питания. Источники тока для питания сварочной дуги должны иметь специальную сварочную внешнюю характеристику. Внешней характеристикой источника питания называется зависимость между напряжением на его выходных клеммах и током в сварочной цепи.

Внешние характеристики (рис. 1) могут быть следующих основных видов: крутопадающая 1, пологопадающая 2, жесткая 3, возрастающая 4.

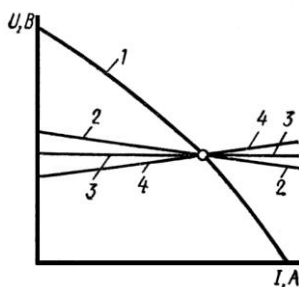


Рис. 1. Основные типы внешних характеристик источников питания для дуговой сварки: 1 – крутопадающая, 2 – пологопадающая, 3 – жесткая, 4 – возрастающая

Источник тока с соответствующей внешней характеристикой выбирают в зависимости от вольт-амперной характеристики дуги (рис. 2).

Участки 1 и 2 ВАХ (рис. 2) соответствуют режимам сварки, применяемым при ручной сварке плавящимся покрытым электродом, а также неплавящимся электродом в среде защитных газов. Механизированная сварка под флюсом соответствует 2 области (рис. 2) и частично захватывает 3 область (рис. 2) при использовании тонких электродных проволок и повышенной плотности тока, сварка плавящимся электродом в защитных

газах соответствует 3 области ВАХ (рис. 2). Для питания дуги с падающей или жесткой ВАХ применяют источники питания с падающей или пологопадающей внешней характеристикой.

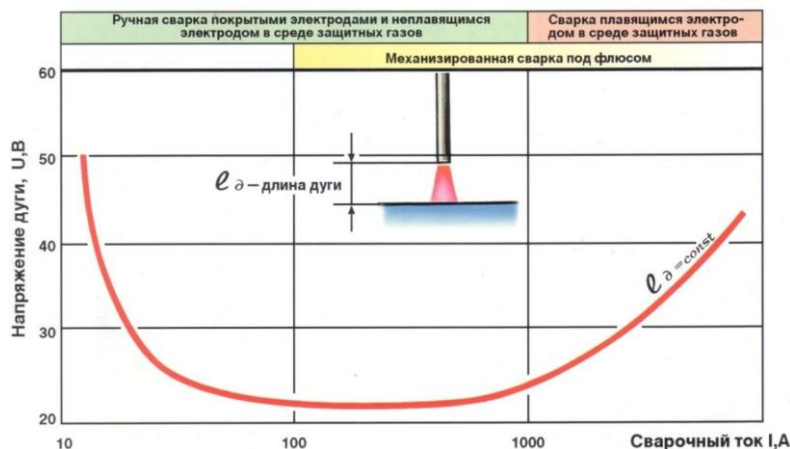


Рис. 2. Вольт-амперная характеристика дуги

Для питания дуги с возрастающей ВАХ применяют источники тока с жесткой или возрастающей внешней характеристикой. Для питания сварочной дуги применяют источники переменного тока (сварочные трансформаторы) и источник постоянного тока — сварочные генераторы с приводом от электродвигателя (сварочные преобразователи), сварочные генераторы с приводом от двигателя внутреннего сгорания (сварочные агрегаты) и полупроводниковые сварочные выпрямители.

Сварочные трансформаторы благодаря своим технико-экономическим показателям имеют преимущества по сравнению с источниками постоянного тока. Они проще в эксплуатации, долговечнее, обладают более высоким к.п.д.

Источники постоянного тока предпочтительнее в технологическом отношении: при их применении повышается устойчивость горения дуги, улучшаются условия сварки в различных пространственных положениях и др.

Основные технические показатели источников питания сварочной дуги: внешняя характеристика, напряжение холостого хода, относительная продолжительность работы (ПР) и относительная продолжительность включения (ПВ) в прерывистом режиме.

17. Напряжения холостого хода источника питания

Напряжение холостого хода источника питания называется напряжение на выходных зажимах при отсутствии нагрузки в сварочной цепи.

Напряжение холостого хода источника питания с падающей внешней характеристикой всегда больше рабочего напряжения сварочной дуги, что значительно облегчает первоначальное и повторное зажигания дуги.

Для переменного тока напряжение зажигания должно быть не менее 50-55 В, для постоянного тока — не менее 30-35 В. Для трансформаторов, которые рассчитаны на сварочный ток 2000 А, напряжение холостого хода не должно превышать 80 В.

18. Режим работы источника питания

Работа источника питания обычно происходит с чередующимися включениями и выключениями нагрузки (например, во время смены электрода, очистки шва от шлака,

переходах и т. д.) и характеризуется продолжительностью работы ($ПР$) или продолжительностью включения ($ПВ$). Это позволяет допускать временную перегрузку источника. Обе эти величины выражаются в процентах:

$$ПР = \frac{t_{св}}{t_{св} + t_{х.х}} \cdot 100\%; \quad ПВ = \frac{t_{св}}{t_{св} + t_{п}} \cdot 100\%,$$

Где $t_{св}$ - время сварки, $t_{х.х}$ - время холостого хода, $t_{п}$ - время паузы.

Практически $ПР=ПВ$. Для расчета $ПР$ или $ПВ$ берется время цикла сварки $t_{ц}=t_{св}+t_{х.х}=t_{св}+t_{п}=5$ мин (иногда принимают $t=10$ мин).

Как правило, для ручной сварки $t_{св}=3$ мин, $t_{п}=2$ мин.

В паспорте каждого источника питания указывается величина номинального сварочного тока (I_n) и номинальное значение продолжительности работы $ПР_n$ (или $ПВ_n$). Номинальный (расчетный) ток определяется допустимым нагревом основных частей источника. Максимально допустимый сварочный ток определяется по формуле

$$I_{д} = I_n \sqrt{\frac{ПР_n}{ПР_{д}}},$$

где $ПР_{д}$ - допустимое значение $ПР$.

Пользуясь этой формулой, можно всегда правильно использовать источник без перегрузки (без перегрева).

Пример 1. Определить допустимый сварочный ток для источника, в паспорте которого приведены $I_n=500$ А и $ПР_n=65\%$, если источник работает непрерывно более 10 мин, т. е. $ПР=100\%$.

$$I_{д} = 500 \sqrt{\frac{65}{100}} \approx 500 \cdot \frac{8}{10} = 400 \text{ А.}$$

Таким образом, данный источник питания может работать непрерывно при сварочном токе не более 400 А.

Пример 2. Определить допустимый ЯРД сварочного трансформатора при токе 1200 А, если по паспорту $I_n=1000$ А и $ПР_n=75\%$. Из приведенной выше формулы:

$$ПР_{д} = ПР_n \frac{I_n^2}{I_{д}^2} = 75 \cdot \frac{1000^2}{1200^2} = 75 \cdot \frac{100}{144} = 52\%.$$

Данный трансформатор можно применять для сварки током 1200 А, но при $ПР$ не более 52%.

19. 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 ремонтопригодность;
- 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.

20. Сварочные трансформаторы с нормальным магнитным рассеянием

Трансформатор с нормальным магнитным рассеянием представляет собой обычный понижающий трансформатор. Первичная и вторичная обмотки выполнены из двух катушек каждая, расположенных на общих стержнях магнитопровода попарно-концентрически. Между собой катушки в каждой обмотке соединяются последовательно или параллельно. Катушки вторичной обмотки размещены поверх катушек первичной.

Концентрическое расположение обмоток обеспечивает малое (нормальное) магнитное рассеяние. В силу этого такой трансформатор имеет жесткую внешнюю вольтамперную характеристику и не может обеспечить стабильное, зажигание и горение сварочной дуги при ручной сварке покрытыми электродами. Для получения падающей внешней характеристики, обеспечивающей стабильность зажигания и горения дуги, такой трансформатор в комплекте должен иметь дополнительное устройство — дроссель (реактивная катушка, реактор).

Дроссель представляет собой регулируемое индуктивное сопротивление, включаемое в сварочную цепь последовательно с дугой. Дроссель обеспечивает падающую зависимость между напряжением и током дуги и дает возможность регулировать сварочный ток. Конструктивно дроссель состоит из магнитопровода и катушки. Магнитопровод, выполненный из листов электротехнической стали, имеет подвижный магнитный пакет, обеспечивающий регулируемый воздушный зазор в магнитопроводе дросселя.

Регулировка сварочного тока осуществляется изменением величины воздушного зазора в магнитопроводе дросселя. Сварочный ток пропорционален величине воздушного зазора. При увеличении воздушного зазора индуктивное сопротивление дросселя уменьшается, а сварочный ток возрастает. При уменьшении воздушного зазора индуктивное сопротивление дросселя возрастает, а сварочный ток уменьшается.

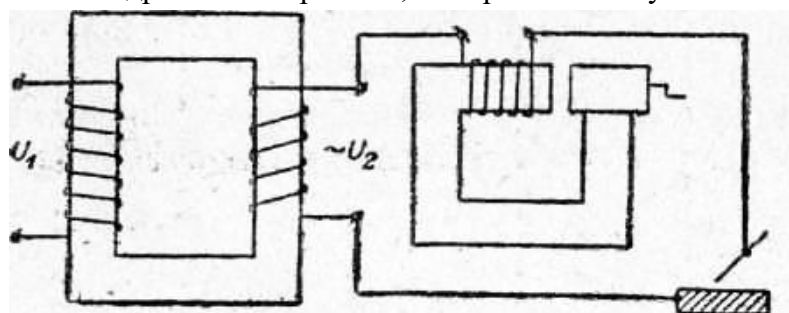


Рис. 1. Принципиальная схема трансформатора с отдельным дросселем типа СТЭ

21. Трансформаторы с увеличенным магнитным рассеянием

В отличие от силовых трансформаторов обычного (несварочного) назначения, у которых потери магнитных потоков стремятся уменьшить, в сварочных трансформаторах с увеличенным рассеянием, наоборот, увеличивают потери магнитных потоков. Это достигается размещением первичной и вторичной обмоток на значительном расстоянии друг от друга, при этом часть магнитных потоков замыкается в воздухе вне магнитопровода и рассеивается. В результате с увеличением тока нагрузки снижается поток, сцепляющийся со вторичной обмоткой, что и создает крутопадающую внешнюю характеристику. Обычно такой трансформатор имеет цилиндрические (реже дисковые) первичную и вторичную обмотки и стержневой магнитопровод.

В зависимости от электромагнитной схемы и способа регулирования различают: трансформаторы с подвижными обмотками, с подвижным магнитным шунтом, с подмагничиваемым шунтом и с реактивной обмоткой.

Регулирование режима в трансформаторе с увеличенным рассеянием может производиться изменением числа витков первичной и вторичной обмоток, при этом меняется напряжение холостого хода и пропорционально ему вторичный (сварочный) ток.

При регулировании изменением числа витков первичной обмотки приходится завышать сечение магнитопровода, а при регулировании по вторичной стороне — сечение обмоточного провода. Поэтому витковое регулирование используется редко и только в дополнение к другим способам.

Наиболее распространено регулирование сварочного тока изменением магнитных потоков путем раздвижения обмоток по высоте магнитопровода или введением в окно магнитопровода подвижных шунтов из магнитного материала. В более мощных

трансформаторах, применяемых для автоматической и электрошлаковой сварки, используют регулировку магнитными шунтами — специальными дросселями, размещенными в окне магнитопровода и управляемыми током низкого напряжения.

Из трансформаторов с подвижными обмотками наибольшее распространение получила конструктивная схема трансформатора (рис. 1.) со стержневым магнитопроводом 3, цилиндрическими первичной 1 и вторичной 2 обмотками, разбитыми каждая на две катушки. Подвижная обмотка (обычно вторичная) перемещается винтовым приводом 4. Основной поток трансформатора Φ_T замыкается по магнитопроводу, а потоки рассеяния Φ_{1p} и Φ_{2p} — по воздуху в пространстве между первичной и вторичной обмотками.

Регулирование сварочного тока в трансформаторе с подвижными обмотками осуществляется за счет изменения его индуктивного сопротивления: плавно — перемещением обмоток, ступенчато — переключением соединения катушек, параллельно или последовательно.

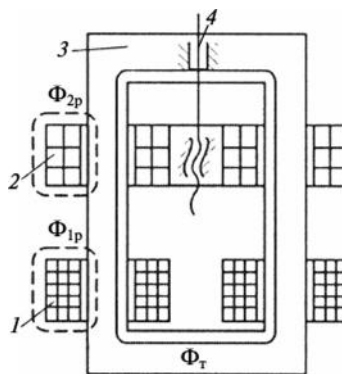


Рис. 1. Схема трансформатора с подвижными обмотками:

1 — цилиндрическая первичная обмотка; 2 — цилиндрическая вторичная обмотка; 3 — стержневой магнитопровод; 4 — винтовой привод

22. Сварочные преобразователи и сварочные агрегаты

Для сварки постоянным током источниками питания служат сварочные преобразователи и сварочные агрегаты. *Сварочный преобразователь* состоит из генератора постоянного тока и приводного электродвигателя, *сварочный агрегат* — из генератора и двигателя внутреннего сгорания. Сварочные агрегаты употребляются для работы в полевых условиях и в тех случаях, когда в питающей электрической сети сильно колеблется напряжение.

За счет взаимодействия магнитных потоков в якоре и статоре генератора происходит формирование сварочного тока. Генераторы имеют широкий спектр внешних характеристик. Наибольшее распространение получили сварочные генераторы, обладающие падающими внешними характеристиками.

Внешняя характеристика генераторов формируется за счет подключения размагничивающих последовательных обмоток возбуждения. При их включении внешняя характеристика будет крутопадающей, при отключении — пологопадающей. Для питания намагничивающих обмоток возбуждения требуется автономный источник постоянного тока, поэтому такой тип генератора обычно применяют в тех случаях, когда в качестве привода используется электродвигатель переменного тока.

23. 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.

24. Основные показатели источников питания

Для получения устойчивого дугового разряда между электродом и свариваемым изделием к ним необходимо подвести напряжение от специального источника питания электрическим током.

Источники питания сварочной дуги должны обеспечивать:

- легкое зажигание и стабильное горение сварочной дуги в период сварки;
- обеспечивать необходимые силу сварочного тока и напряжение на дуге;
- иметь необходимый вид внешней вольтамперной характеристики;
- иметь динамические свойства - способность восстанавливать напряжение на дуге после момента короткого замыкания (в этот момент напряжение равно нулю);
- иметь устройства для регулирования силы сварочного тока.

Основными техническими показателями источников питания сварочной дуги являются:

- внешняя характеристика,
- напряжение холостого хода,
- относительная продолжительность работы (ПР)

4.Комплект билетов.

5.Экзаменационная ведомость.

Оценка запланированных результатов по МДК

Результаты (освоенные общие компетенции)	Показатели оценки результата
Уметь:	

У1-Использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки; ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	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. Устанавливает работоспособность и исправность оборудования поста для сварки. Объясняет эксплуатацию оборудования для сварки. Демонстрация интереса к выбранной профессии через участие в конкурсах: - профессионального мастерства, - на лучшее <i>рационализаторское</i> предложение - технических олимпиадах; - викторинах по профессиям, - занятия в кружках технического творчества - участие в выполнении производственного плана учебной мастерской - участие выставке-ярмарке изделий. Выбор и применение методов и способов решения профессиональных задач при выполнении подготовительно-сварочных работ; оценка эффективности и качества выполнения. Решение стандартных и нестандартных профессиональных задач при выполнении подготовительно-сварочных работ Эффективный поиск необходимой информации; - использование различных источников, включая электронные. Использование передовых информационно-коммуникационные технологии. Умение работать бригадным методом Соблюдение единых педагогических требований и внутреннего трудового распорядка на предприятиях, при прохождении производственной практики. Прохождение воинской службы по контракту по полученной профессии
У2 -Использовать ручной и	Использует ручной и механизированный

механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участствует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
УЗ использовать измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес. ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Использует измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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.

	Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
У4 - Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем	Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач
Знать:	
31 Основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения	Особенности металлургии сварки. Химические процессы, сопровождающие процесс сварки, структура сварных швов. Основные методы борьбы со сварочными напряжениями и деформациями
32 - Классификацию и общие представления о методах и способах сварки	Классификацию, методы, способы и виды сварки
33 Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах.	Сварные соединения, сварные швы. Условные обозначения сварных швов.
34 Устройство сварочного и вспомогательного оборудования, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и	Трансформаторы: устройство, принцип действия. Выпрямители: устройство, принцип действия. Инверторы: устройство, принцип действия. Вспомогательные устройства для сварки.

область применения.	
35 Правила технической эксплуатации электроустановок	Правила технической эксплуатации электроустановок
36 Классификацию сварочного оборудования и материалов; - основные принципы работы источников питания для сварки	Общие сведения об источниках питания. Классификацию и обозначение источников питания. Внешнюю вольт – амперную характеристику и режим работы источников питания

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 01.01 Основы технологии сварки и сварочное оборудование 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. Общие сведения о сварке. 2. Тепловые свойства сварочной дуги		

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
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА**

МДК.01.02. Технология производства сварных конструкций

подготовки квалифицированных рабочих, служащих

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

Дальнегорск, 2023 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 МДК01.01. Технология производства сварных конструкций

Разработчики:

Организация-разработчик: КГА ПОУ «ДИТК»

Разработчик: Гаврикова Елена Юрьевна, преподаватель

ОДОБРЕН

цикловой методической комиссией

Протокол № 1

от «30» август 2023 г.

Председатель Гаврикова Елена Юрьевна

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.01.02. 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:

31 основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения);

32 основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах;

33 устройство вспомогательного оборудования, назначение, правила его эксплуатации и область применения;

34 правила сборки элементов конструкции под сварку;

35 устройство сварочного оборудования, назначение, правила его эксплуатации и область применения;

36 правила технической эксплуатации электроустановок.

Обучающийся должен уметь:

У1 использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки;

У2 использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку;

У3 применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку;

У4 пользоваться производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения трудовых функций.

Обучающийся должен иметь практический опыт:

-выполнения типовых слесарных операций, применяемых при подготовке деталей перед сваркой;

-выполнения сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку с применением сборочных приспособлений;

-выполнения сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку на прихватках;

-эксплуатирования оборудования для сварки;

-выполнения предварительного, сопутствующего (межслойного) подогрева свариваемых кромок;

-выполнения зачистки швов после сварки;

-использования измерительного инструмента для контроля геометрических размеров сварного шва;

-определения причин дефектов сварочных швов и соединений;

-предупреждения и устранения различных видов дефектов в сварных швах.

Личностные результаты

Личностные результаты реализации программы воспитания	Код личностных результатов

(дескрипторы)	реализации программы воспитания
Портрет выпускника СПО	
Осознающий себя гражданином и защитником великой страны.	ЛР 1
Проявляющий активную гражданскую позицию, демонстрирующий приверженность принципам честности, порядочности, открытости. Экономически активный и участвующий в студенческом и территориальном самоуправлении, в том числе на условиях добровольчества, продуктивно взаимодействующие и участвующие в деятельности общественных организаций. Готовый использовать свой личный и профессиональный потенциал для защиты национальных интересов России.	ЛР 2
Демонстрирующий приверженность к родной культуре, исторической памяти на основе любви к Родине, родному народу, малой родине, принятию традиционных ценностей многонационального народа России. Лояльный к установкам и проявлениям представителей субкультур, отличающий их от групп с деструктивным поведением. Демонстрирующий неприятие и предупреждающий социально опасное поведение окружающих.	ЛР 3
Принимающий цели и задачи научно-технологического, экономического, информационного развития России, готовый работать на их достижение. Стремящийся к формированию в сетевой среде личностного и профессионального, конструктивного «цифрового следа».	ЛР 6
Готовый соответствовать ожиданиям работодателей: проектно мыслящий, эффективно взаимодействующий с членами команды и сотрудничающий с другими людьми, осознанно выполняющий профессиональные требования, ответственный, пунктуальный, дисциплинированный, трудолюбивый, критически мыслящий, нацеленный на достижение поставленных целей; демонстрирующий профессиональную жизнестойкость.	ЛР 7
Проявляющий и демонстрирующий уважение к представителям различных этнокультурных, социальных, конфессиональных и иных групп. Сопричастный к сохранению, преумножению и трансляции культурных традиций и ценностей многонационального российского государства.	ЛР 8
Уважающий этнокультурные, религиозные права человека, в том числе с особенностями развития; ценящий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.	ЛР 9
Осознающий приоритетную ценность личности человека; уважающий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.	ЛР 12
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные ключевыми работодателями	
Умение реализовывать личностные качества в производственном процессе	ЛР 13
Стрессоустойчивость, коммуникабельность	ЛР 14
Опыт научно-исследовательской деятельности	ЛР 15
Открытый к текущим и перспективным изменениям в мире труда,	ЛР 16

демонстрирующий навыки самообразования и саморазвития.	
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные субъектами образовательного процесса	
Инновационность мышления в реализации производственных задач	ЛР 17
Выполнение социальных норм и правил, внутреннего распорядка колледжа и предприятия	ЛР 28
Профессиональная идентичность и ответственность	ЛР 19
Самооценка и рефлексия результатов своей деятельности и развития	ЛР 20

Формируемые ОК:

ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем

Формируемые ПК:

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ВД 1	Проведение подготовительных, сборочных операций перед сваркой, зачистка и контроль сварных швов после сварки
ПК 1.1.	Читать чертежи средней сложности и сложных сварных металлоконструкций.
ПК 1.2.	Использовать конструкторскую, нормативно-техническую и производственно-технологическую документацию по сварке.
ПК 1.3.	Проверять оснащенность, работоспособность, исправность и осуществлять настройку оборудования поста для различных способов сварки.
ПК 1.4.	Подготавливать и проверять сварочные материалы для различных способов сварки.
ПК 1.5.	Выполнять сборку и подготовку элементов конструкции под сварку.
ПК 1.6.	Проводить контроль подготовки и сборки элементов конструкции под сварку.
ПК 1.7.	Выполнять предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрев металла.
ПК 1.8.	Зачищать и удалять поверхностные дефекты сварных швов после сварки.
ПК 1.9.	Проводить контроль сварных соединений на соответствие геометрическим размерам, требуемым 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-Использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки;	Перечисляет классификацию сварочного оборудования. Объясняет устройство сварочного оборудования, назначение, правила его эксплуатации и область применения.

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Перечисляет основные принципы работы 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. Демонстрация интереса к выбранной профессии через участие в конкурсах: - профессионального мастерства, - на лучшее <i>рационализаторское</i> предложение - технических олимпиадах; - викторинах по профессиям, - занятия в кружках технического творчества - участие в выполнении производственного плана учебной мастерской - участие выставке-ярмарке изделий. Выбор и применение методов и способов решения профессиональных задач при выполнении подготовительно-сварочных работ; оценка эффективности и качества выполнения. Решение стандартных и нестандартных профессиональных задач при выполнении подготовительно-сварочных работ Эффективный поиск необходимой информации; - использование различных источников, включая электронные. Использование передовых информационно-коммуникационные технологии. Умение работать бригадным методом Соблюдение единых педагогических требований и внутреннего трудового распорядка на предприятиях, при прохождении производственной практики. Прохождение воинской службы по контракту по полученной профессии
У2 -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. Понимать сущность и	Использует ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии.

социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
У3 использовать измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес. ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Использует измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
У4 - Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. ОК 1. Понимать сущность и	Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии.

социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем	Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участствует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач
Знать:	
31 Основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения)	Особенности металлургии сварки. Химические процессы, сопровождающие процесс сварки, структура сварных швов. Основные методы борьбы со сварочными напряжениями и деформациями
32 Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах.	Сварные соединения, сварные швы. Условные обозначения сварных швов.
33 Устройство сварочного и вспомогательного оборудования, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения.	Трансформаторы: устройство, принцип действия. Выпрямители: устройство, принцип действия. Инверторы: устройство, принцип действия. Вспомогательные устройства для сварки.
34 - Правила сборки элементов конструкции под сварку	Сборочно-сварочные приспособления. Сборка узла, конструкции в целом с последующей сваркой.
35 Правила технической эксплуатации электроустановок	Правила технической эксплуатации электроустановок
36 Классификацию сварочного оборудования и материалов; - основные принципы работы источников питания для сварки	Общие сведения об источниках питания. Классификацию и обозначение источников питания. Внешнюю вольт – амперную характеристику и режим работы источников питания

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	31-32 У 1 ПК 1.1-1.9 ОК 01-02, ЛР 1-3, 6-9, 12- 20	Устный опрос, практические занятия.	З 1-6 У 1-4 ПК 1.1 ОК 01-02,	1 семестр – экзамен
Тема 1.2 Технология изготовления балок и рам	31-36 У 2-3 ПК 1.1-1.9 ОК 01-02, ЛР 1-3, 6-9, 12- 20	Устный опрос, практические занятия, тестирование		
Тема 1.3 Технология изготовления решетчатых конструкций	33-36 У1, 4 ПК 1.1-1.9 ОК 01-02, ЛР 1-3, 6-9, 12- 20	Устный опрос, практические занятия, тестирование. Контрольная работа		
Тема 1.4 Технология изготовления конструкций оболочкового типа	31-36 У 2-4 ПК 1.1-1.9 ОК 01-02, ЛР 1-3, 6-9, 12- 20	Устный опрос, практические занятия, тестирование. Контрольная работа		
Тема 1.5 Изготовление сварных труб	31-36 У 3, 4 ПК 1.1-1.9 ОК 01-02, ЛР 1-3, 6-9, 12- 20	Устный опрос, практические занятия, тестирование. Контрольная 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.

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 балла;

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

1. Экзамен

1. Форма проведения: устная в форме билетов.

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 «козырьком».
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.

4. 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 маршрутной более детальной проработки. *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, штамповые);
- 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:

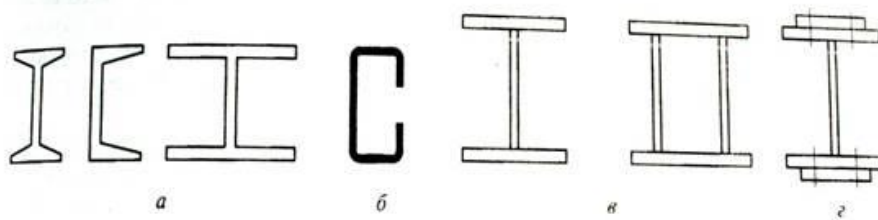
1. однопролетные (разрезные);
2. многопролетные (неразрезные);
3. консольные балки.

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; *c* — составных сварных; *d* — 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:

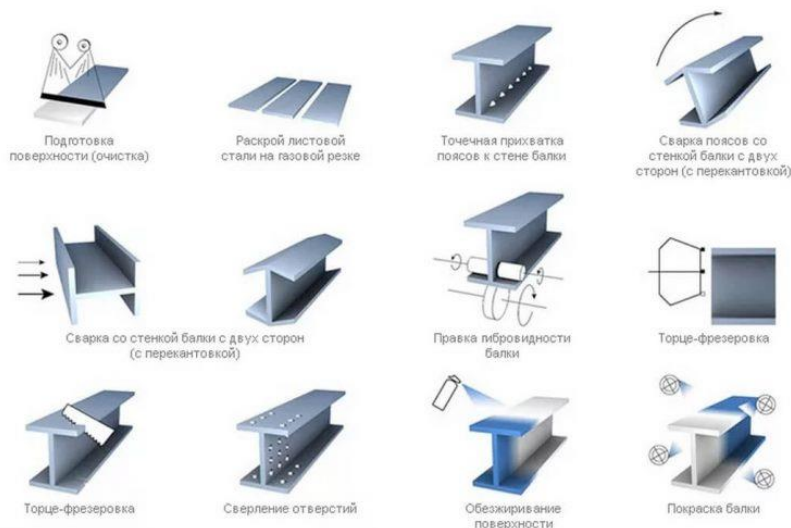
1. раскрой листового проката на полосы необходимой ширины на терморезке с программным управлением, средняя скорость раскроя 1 м/мин.

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 portalного 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.

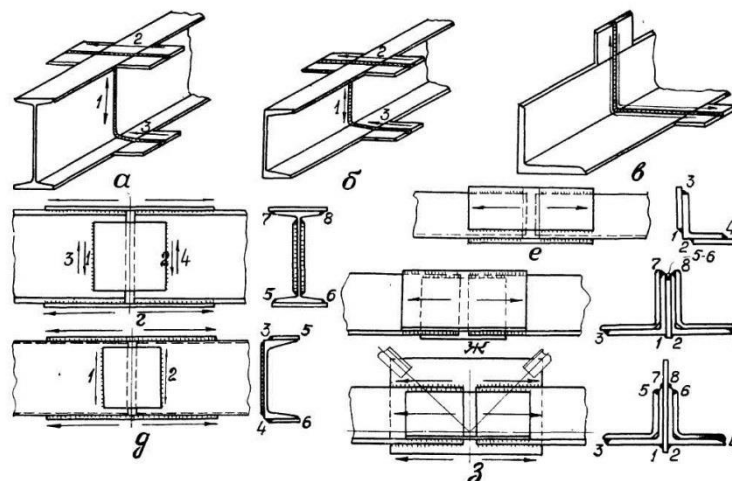
При сварке стальных листов возможны и другие дефекты:

- 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.

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.

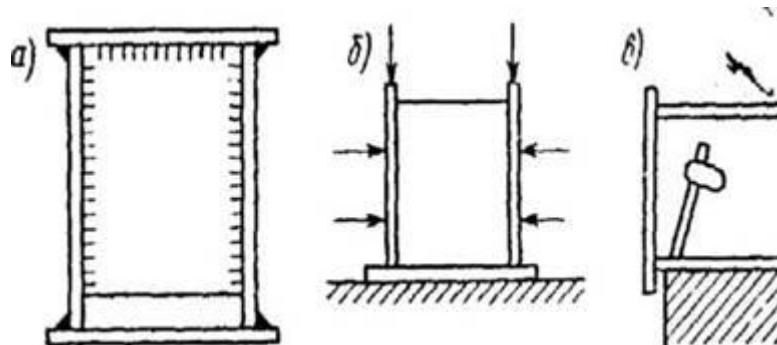
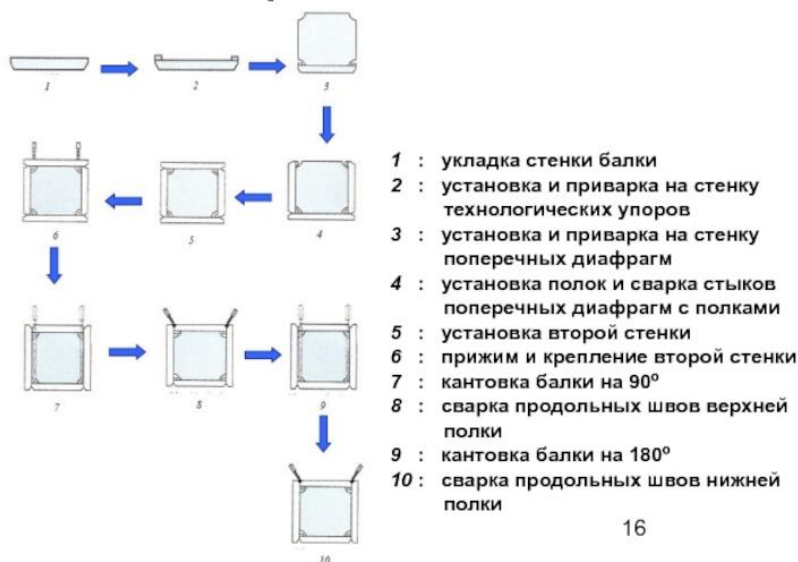


Рис. 36. Изготовление балок коробчатого сечения: а - сечение балок; б - установка боковых стенок; в - сварка внутренних швов

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



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: штампосварные, 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 половоые 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 холодноотянутые, 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 раскосной 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.

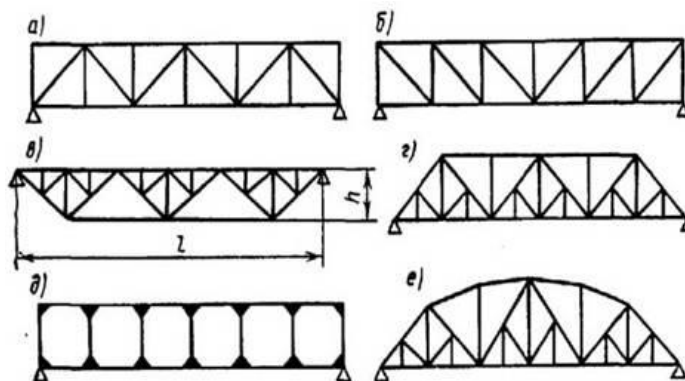


Рис 1 Схемы решеток а) – треугольная; б) – раскосная; в), з) – шпренгельная; д) – безраскосная; е) – с ломанным поясом

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 прокаливают при температуре 150 — 250° С.

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° С. 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 трубами 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.

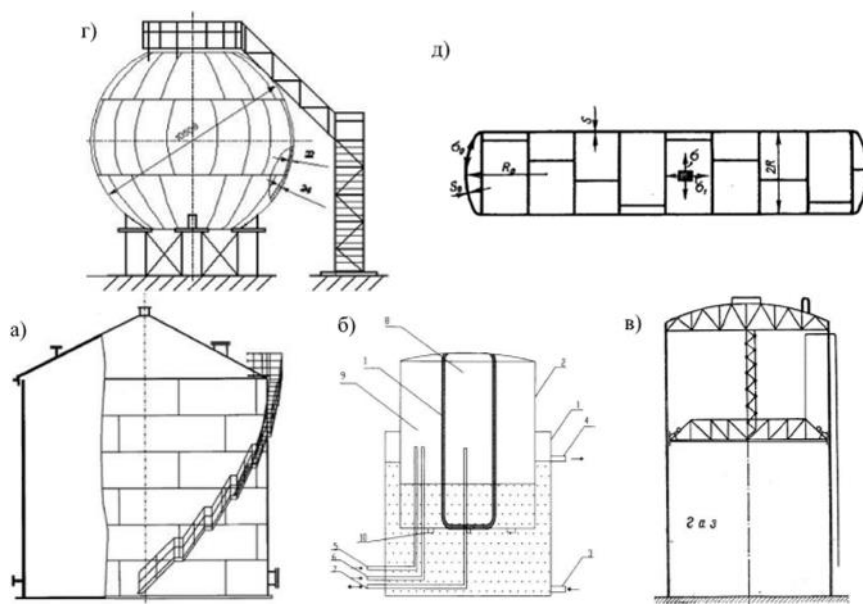


Рис. 1. Примеры негабаритных емкостей:

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; последнее 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 Росгосназором. 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 расчленивают 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.

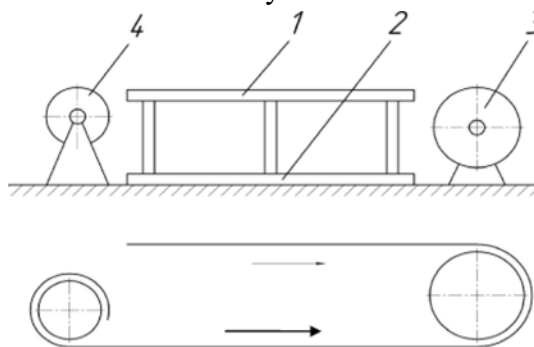


Рис. 1. Схема двухъярусного станда: а — схема станда; б — схема движения полотнища

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.

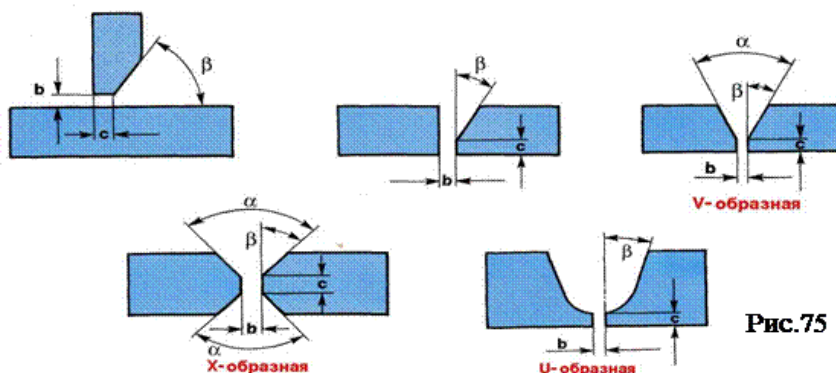
Определения размеров.

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).



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

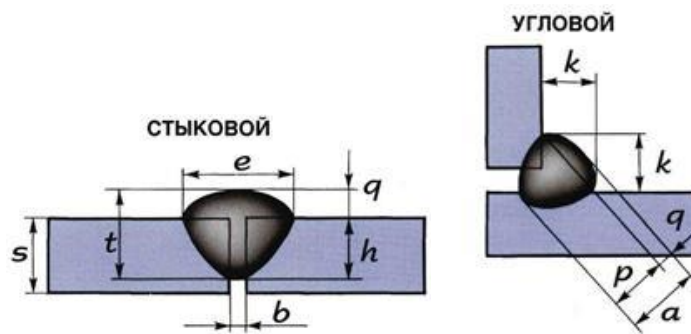
Усиление стыкового шва — часть металла стыкового шва, возвышающаяся над поверхностью свариваемых частей (q).

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, a 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 непрямоугольном виде, а также если деформации возникли при транспортировании.

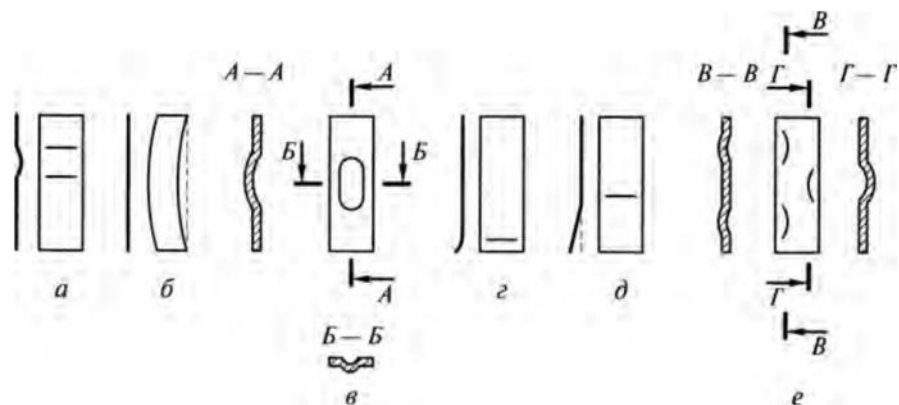


Рис. 1. Виды деформаций листов:

A — 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, *a*, *e*), 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).

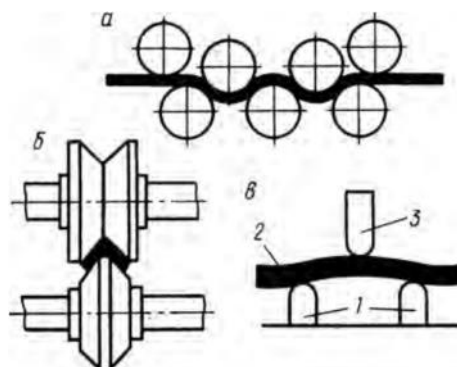


Рис. 2. Схема правки листовых и профильных элементов: *a* — на листоправильных вальцах; *б* — в углоправильных вальцах; *в* — на прессе

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 шупами.

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 станды 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, струбцины, 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).

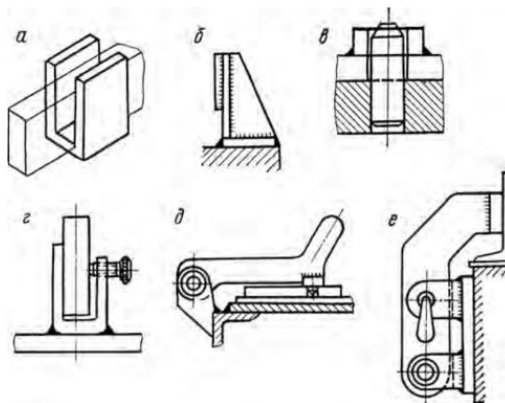


Рис. 1. Элементы сборочных приспособлений: *а* — карман; *б* — упор; *в* — палец; *г* — зажим; *д* — палец откидной; *е* — упор откидной

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.

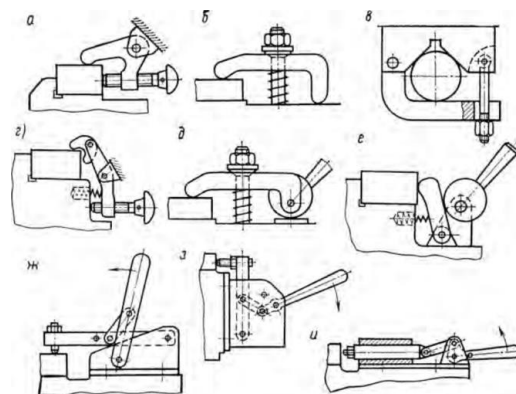


Рис. 2. Схемы механических устройств: а — в — винтовые; г, д — эксцентриковые; ж—и — рычажные

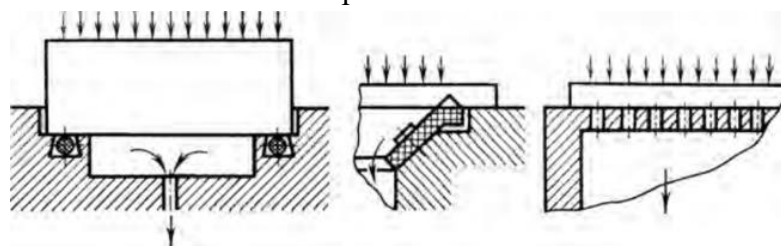


Рис. 3 Схемы вакуумных зажимов

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: *позиционер*ов, *вращателей*, *кантователей*, *роликовых стено*в, *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).

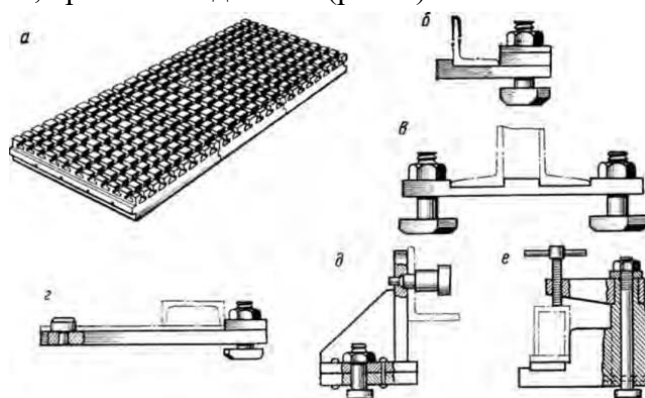


Рис. 4 Элементы УСП:

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 равномерного 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.

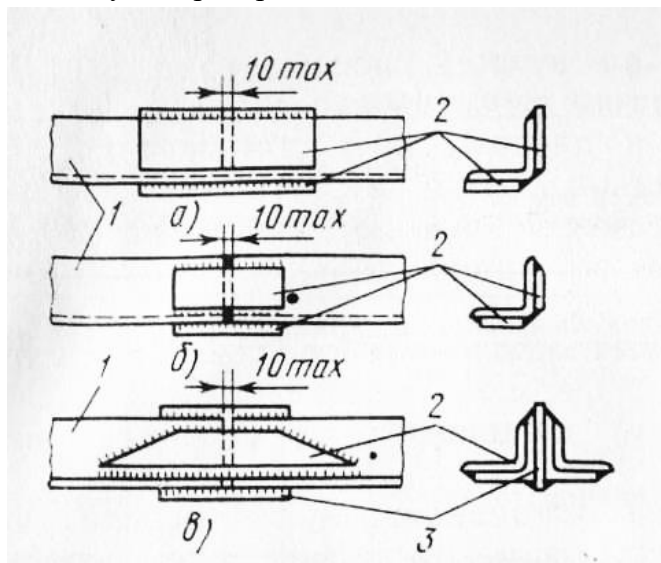


Рис. 1. Стыковые соединения уголовой стали: а — стык, перекрытый листовыми накладками, б — комбинированный стык, в—стык, перекрытый уголками и листовой фасонкой; 1 — стыкуемые уголки, 2— стыковые накладки (уголки), 3 — прокладки.

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.

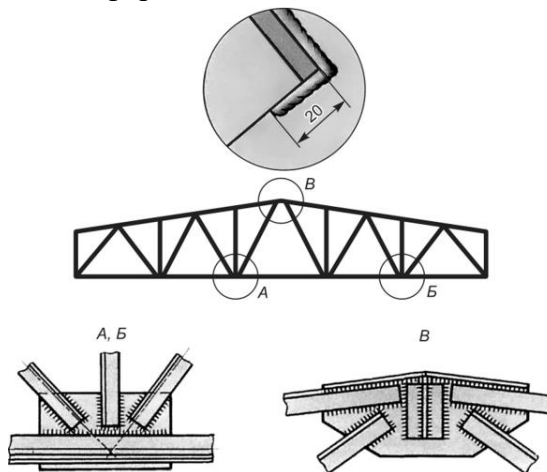


Рис. 1 Сварка фермы и ее узлов А, Б, В

Последовательность выполнения продольных швов показана на рис. 2.

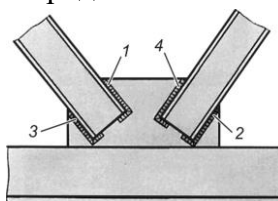


Рис. 2. Последовательность выполнения продольных швов

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° С. 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° С.

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 30-40 мм. 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.

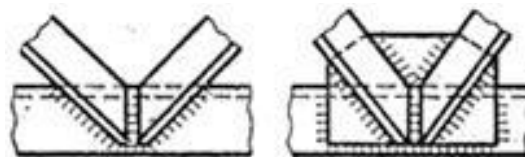


Рис. 2.

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

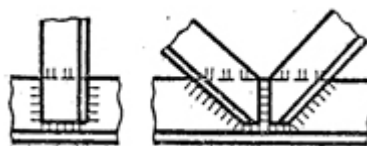


Рис.3.

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

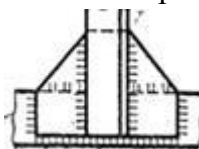


Рис. 4. Узел фермы с косынкой.

- 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).

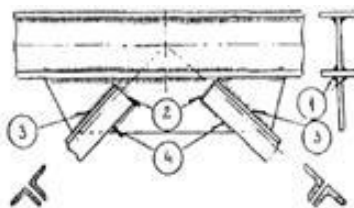


Рис. 5 Узел фермы с надставкой.

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)

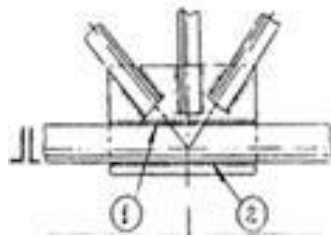


Рис.6 Узел фермы с прокладкой.

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 небольшая использовать прокатный двутавр в тех случаях, когда в плоскости меньшей жесткости применяются дополнительные раскрепления (связи).

Широкое распространение получили составные *двутавровые сечения*.

Сечения элементов (полок 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.

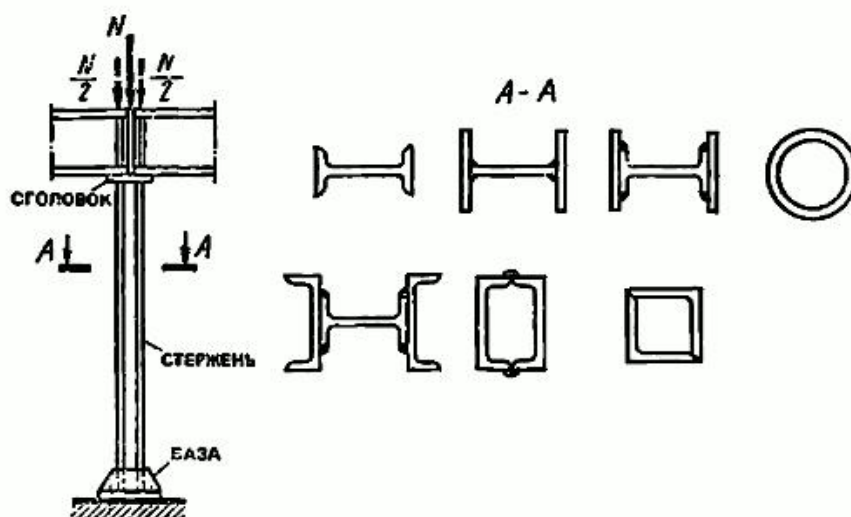


Рис.1 Сварная колонна

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 корбчатými. 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° 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 нижнем. Каждый участок обрабатывается короткими дугами, которые рассчитываются так: $D(\text{эл})/2$.

- 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 тавра – 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.

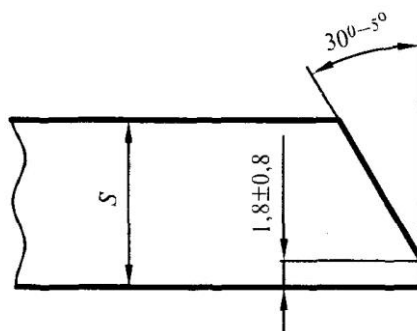
4. Сварочный шов должен на 3 мм возвышаться над поверхностью свариваемой заготовки, после этого можно говорить о завершении работы.

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 */50х40, 40х32, 32х25, 25х20 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 равномерен 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

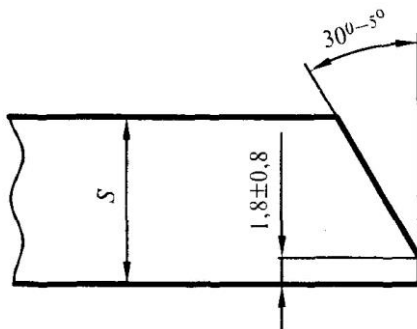
толщины S_2 свариваемого торца, которая не превышает 1,5 толщины менее толстостенного элемента S_1 .

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 кромки



Перед сборкой труб необходимо:

- очистить внутреннюю полость труб и деталей от фунта, фязи, снега и других зафаззнений;
- 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.

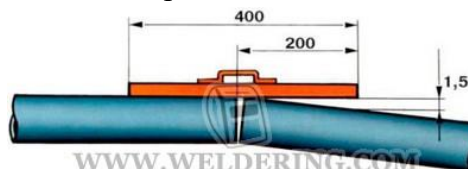
Подготовленные кромки и прилегающие к ним участки должны был, зачищены механическим способом до металлического блеска и обезжирены на ширину не менее 20 мм с наружной и не менее 10 мм с внутренней стороны.

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

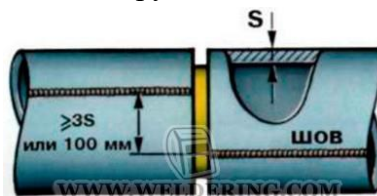


Прямолинейность труб в стыке (отсутствие переломов) и смещение кромок проверяют линейкой длиной 400 мм, прикладывая ее в трехчетырех местах по окружности стыка.

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 ниточным 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.

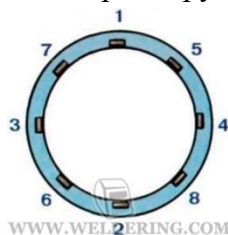
Перед прихваткой и началом сварки качество сборки должен проверять сварщик. Качество сборки стыков трубопроводов под давление выше 2,2 МПа или диаметром более 600 мм независимо от рабочего давления проверяет мастер или контролер. При контроле качества сборки стыков паропроводов с рабочей температурой 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.

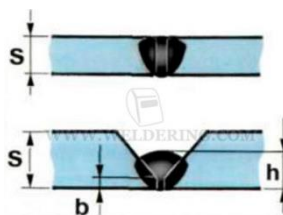
Прихватки выполняют равномерно по периметру стыка.



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.

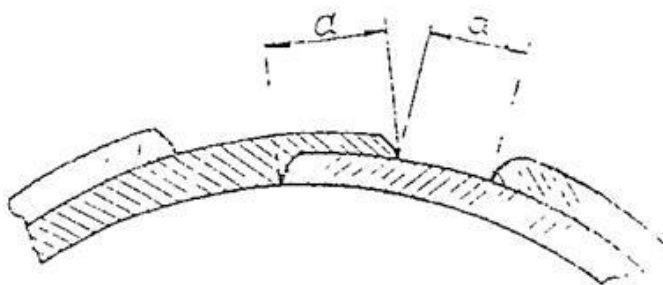


Рис. 1.Схема наложения замков шва

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

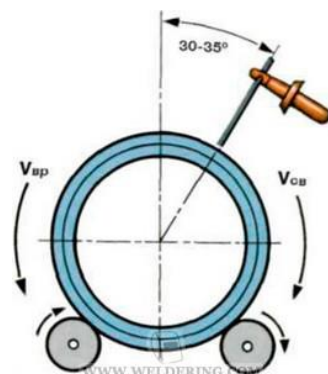
Толщина стенки трубы, мм	Выпуклость, мм
Менее 10	0,5-2,0
10-20	0,5-3,0
Свыше 20	0,5-4,0

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.

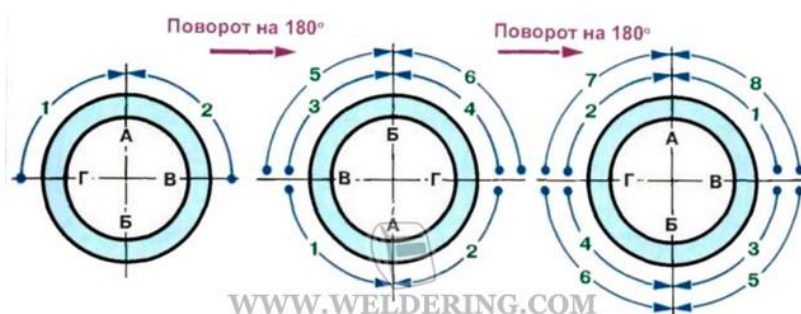


Трубы диаметром более 219 мм сваривают обратноступенчатым способом за два полных оборота:



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.

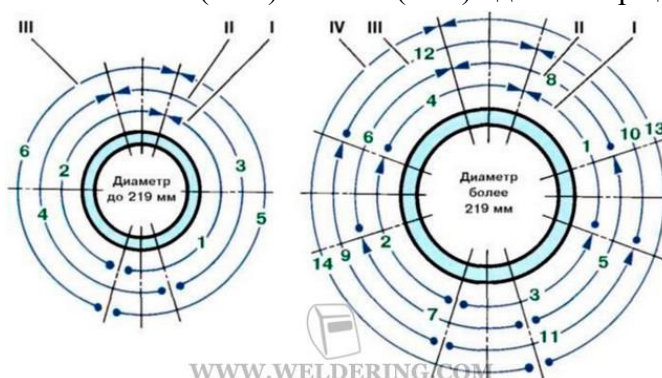
37. Технология сварки неповоротных стыков труб.

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

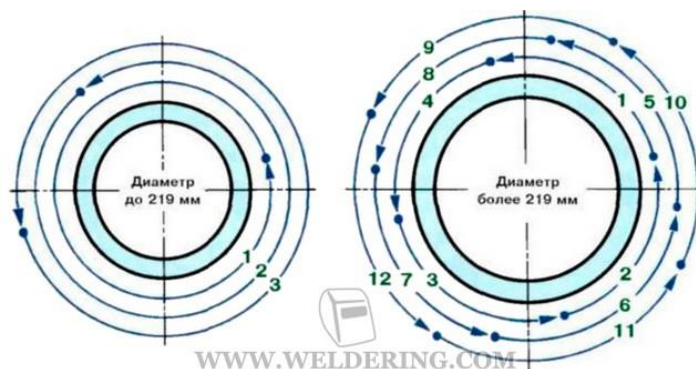


Очередность наложения превого слоя двумя сварщиками при сварке неповоротных стыков труб диаметром более 219 мм



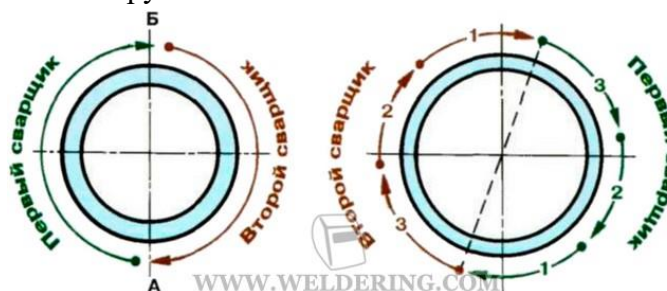
Горизонтальные неповоротные стыки труб диаметром более 219 мм, выполняемые одним сварщиком, необходимо сваривать обратноступенчатым способом участками длиной 200-250 мм. Четвертый и последующие слои можно сваривать вкруговую.

Очередность (1-12) выполнения швов одним сварщиком



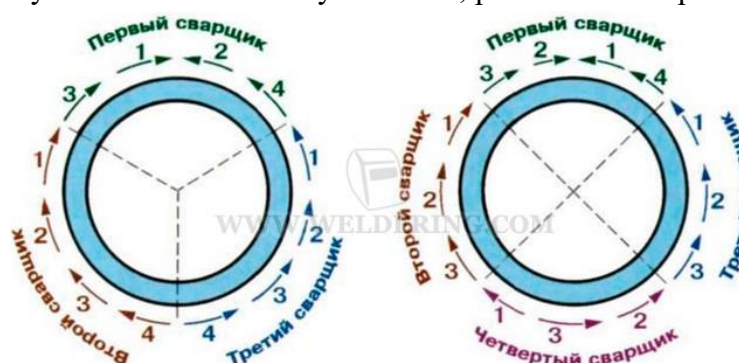
При сварке горизонтального стыка двумя сварщиками последовательность сварки корневого шва зависит от диаметра труб. Если диаметр менее 300 мм, то каждый сварщик заваривает участок длиной в половину окружности. В один и тот же момент сварщики должны находиться у диаметрально противоположных точек стыка. 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.

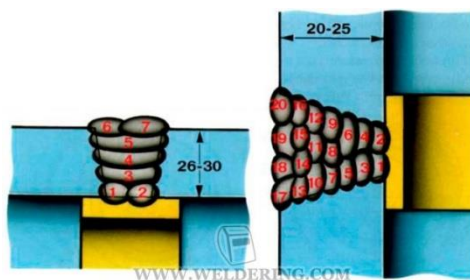


Стыки труб из низколегированных сталей диаметром свыше 600 мм при толщине стенки 25-45 мм сваривают так: все слои шва выполняют обратноступенчатым способом участками не более 250 мм.

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 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, обратноступенчатым 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 сосуда 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 крайкам эти прихватки удаляют, хлопуны (листы, потерявшие устойчивость) выправляют путем сдвига листов внахлестку и только после этого центральную часть днища и окрайки заваривают окончательно.

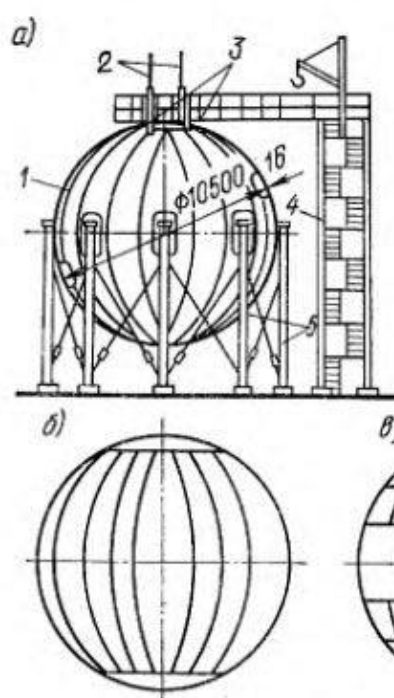
41. Технология сборки и сварки сферических резервуаров объемом 600 и 2000 м³.

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.

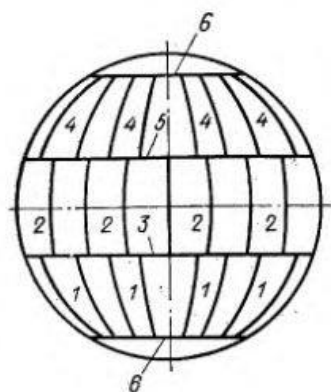
При сооружении единичных резервуаров применяют поэлементную сборку оболочки. Для сборки устанавливают опоры резервуара, а в центре временную тумбу, на которой укладывают днище. На днище укрепляют монтажную стойку из трубы, удерживающую тяжами из уголков монтируемые элементы. Затем собирают последовательно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

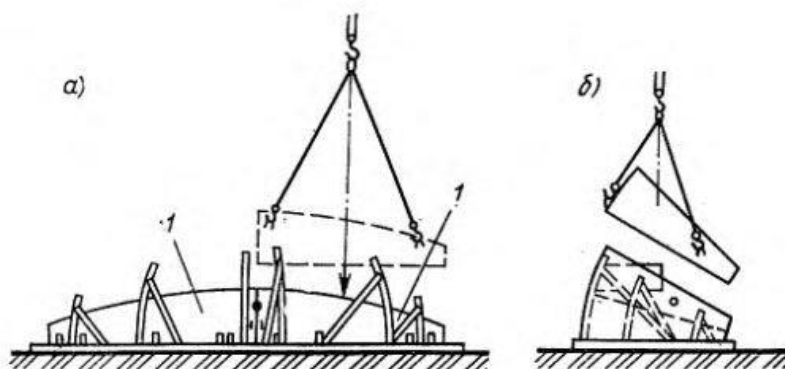


XIX.25. Схемы сферических резервуаров

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



XIX.26. Схема ручной сварки оболочки резервуара с параллельно-меридиональным раскроем
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°C.

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 манипулятора 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 обечаек, сферических днищ и патрубков (рис. 111).

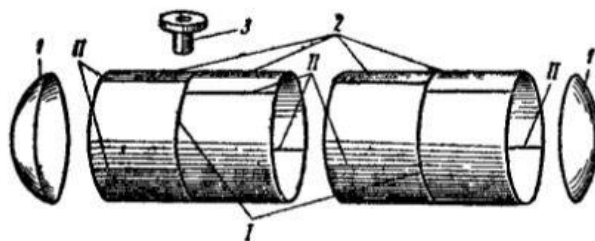


Рис. 111. Узлы сосуда:

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 обратно-ступенчатым способом. Патрубки приваривают либо в одном направлении, если диаметр патрубка не более 200 мм, либо обратно-ступенчатым 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.

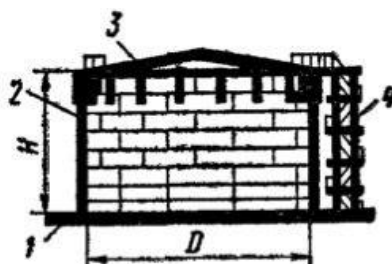


Рис. 112 Вертикальный резервуар:

1 — днище, 2 — корпус, 3 — кровля, 4 — шахтная лестница

autowelding.ru

Вертикальный резервуар (рис. 112) 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, а 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 (освоенные общие компетенции)	Показатели оценки результата
Уметь:	
У1-Использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки; ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	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. Устанавливает работоспособность и исправность оборудования поста для сварки. Объясняет эксплуатацию оборудования для сварки. Демонстрация интереса к выбранной профессии через участие в конкурсах: -профессионального мастерства, - на лучшее <i>рационализаторское</i> предложение - технических олимпиадах; - викторинах по профессиям, - занятия в кружках технического творчества - участие в выполнении производственного плана учебной мастерской - участие выставке-ярмарке изделий. Выбор и применение методов и способов решения профессиональных задач при выполнении подготовительно-сварочных работ; оценка эффективности и качества выполнения. Решение стандартных и нестандартных профессиональных задач при выполнении подготовительно-сварочных работ Эффективный поиск необходимой информации; - использование различных источников, включая электронные.

	Использование передовых информационно-коммуникационные технологии. Умение работать бригадным методом Соблюдение единых педагогических требований и внутреннего трудового распорядка на предприятиях, при прохождении производственной практики. Прохождение воинской службы по контракту по полученной профессии
У2 -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. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Использует ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
У3 использовать измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.	Использует измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
У4 - Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем	Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач
Знать:	
31 Основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения)	Особенности металлургии сварки. Химические процессы, сопровождающие процесс сварки, структура сварных швов. Основные методы борьбы со сварочными напряжениями и деформациями
32 Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах.	Сварные соединения, сварные швы. Условные обозначения сварных швов.
33 Устройство сварочного и вспомогательного оборудования, назначение и условия работы контрольно-	Трансформаторы: устройство, принцип действия. Выпрямители: устройство, принцип действия. Инверторы: устройство, принцип действия. Вспомогательные устройства для сварки.

измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения.	
34 - Правила сборки элементов конструкции под сварку	Сборочно-сварочные приспособления. Сборка узла, конструкции в целом с последующей сваркой.
35 Правила технической эксплуатации электроустановок	Правила технической эксплуатации электроустановок
36 Классификацию сварочного оборудования и материалов; - основные принципы работы источников питания для сварки	Общие сведения об источниках питания. Классификацию и обозначение источников питания. Внешнюю вольт – амперную характеристику и режим работы источников питания

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:

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.

5. Экзаменационная 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.01.03. Подготовительные и сборочные операции перед сваркой

подготовки квалифицированных рабочих, служащих

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

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 01.03. Подготовительные и сборочные операции перед сваркой.

Разработчики:

Организация-разработчик: КГА ПОУ «ДИТК»

Разработчик: Гаврикова Елена Юрьевна, преподаватель

ОДОБРЕН

цикловой методической комиссией

Протокол № 1

от «30» августа 2023 г.

Председатель Гаврикова Елена Юрьевна

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.01.03. Подготовительные и сборочные операции перед сваркой 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:

31 основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения);

32 основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах;

33 влияние основных параметров режима и пространственного положения при сварке на формирование сварного шва;

34 основные типы, конструктивные элементы, разделки кромок;

35 устройство вспомогательного оборудования, назначение, правила его эксплуатации и область применения;

36 правила сборки элементов конструкции под сварку;

37 порядок проведения работ по предварительному, сопутствующему (межслойному) подогреву металла;

38 классификацию сварочного оборудования и материалов; - основные принципы работы источников питания для сварки;

39 правила хранения и транспортировки сварочных материалов.

Обучающийся должен уметь:

У1 использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки;

У2 использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку;

У3 выполнять предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрев металла в соответствии с требованиями производственно-технологической документации по сварке;

У4 применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку;

У5 подготавливать сварочные материалы к сварке;

У6 зачищать швы после сварки;

У7 пользоваться производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения трудовых функций.

Обучающийся должен иметь практический опыт:

-выполнения типовых слесарных операций, применяемых при подготовке деталей перед сваркой;

-выполнения сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку с применением сборочных приспособлений;

-выполнения сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку на прихватках;

-эксплуатирования оборудования для сварки;

-выполнения предварительного, сопутствующего (межслойного) подогрева

свариваемых кромок;

-выполнения зачистки швов после сварки;

-использования измерительного инструмента для контроля геометрических размеров сварного шва;

-определения причин дефектов сварочных швов и соединений;

-предупреждения и устранения различных видов дефектов в сварных швах.

Личностные результаты.

Личностные результаты реализации программы воспитания (описатели)	Код личностных результатов реализации программы воспитания
Портрет выпускника СПО	
Осознающий себя гражданином и защитником великой страны.	ЛР 1
Проявляющий активную гражданскую позицию, демонстрирующий приверженность принципам честности, порядочности, открытости. Экономически активный и участвующий в студенческом и территориальном самоуправлении, в том числе на условиях добровольчества, продуктивно взаимодействующие и участвующие в деятельности общественных организаций. Готовый использовать свой личный и профессиональный потенциал для защиты национальных интересов России.	ЛР 2
Демонстрирующий приверженность к родной культуре, исторической памяти на основе любви к Родине, родному народу, малой родине, принятию традиционных ценностей многонационального народа России. Лояльный к установкам и проявлениям представителей субкультур, отличающий их от групп с деструктивным поведением. Демонстрирующий неприятие и предупреждающий социально опасное поведение окружающих.	ЛР 3
Принимающий цели и задачи научно-технологического, экономического, информационного развития России, готовый работать на их достижение. Стремящийся к формированию в сетевой среде личностного и профессионального, конструктивного «цифрового следа».	ЛР 6
Готовый соответствовать ожиданиям работодателей: проектно мыслящий, эффективно взаимодействующий с членами команды и сотрудничающий с другими людьми, осознанно выполняющий профессиональные требования, ответственный, пунктуальный, дисциплинированный, трудолюбивый, критически мыслящий, нацеленный на достижение поставленных целей; демонстрирующий профессиональную жизнестойкость.	ЛР 7
Проявляющий и демонстрирующий уважение к представителям различных этнокультурных, социальных, конфессиональных и иных групп. Сопричастный к сохранению, преумножению и трансляции культурных традиций и ценностей многонационального российского государства.	ЛР 8
Уважающий этнокультурные, религиозные права человека, в том числе с особенностями развития; ценящий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.	ЛР 9

Осознающий приоритетную ценность личности человека; уважающий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.	ЛР 12
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные ключевыми работодателями	
Умение реализовывать личностные качества в производственном процессе	ЛР 13
Стрессоустойчивость, коммуникабельность	ЛР 14
Опыт научно-исследовательской деятельности	ЛР 15
Открытый к текущим и перспективным изменениям в мире труда, демонстрирующий навыки самообразования и саморазвития.	ЛР 16
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные субъектами образовательного процесса	
Инновационность мышления в реализации производственных задач	ЛР 17
Выполнение социальных норм и правил, внутреннего распорядка колледжа и предприятия	ЛР 28
Профессиональная идентичность и ответственность	ЛР 19
Самооценка и рефлексия результатов своей деятельности и развития	ЛР 20

Формируемые ОК:

ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем

Формируемые ПК:

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ВД 1	Проведение подготовительных, сборочных операций перед сваркой, зачистка и контроль сварных швов после сварки
ПК 1.1.	Читать чертежи средней сложности и сложных сварных металлоконструкций.
ПК 1.2.	Использовать конструкторскую, нормативно-техническую и производственно-технологическую документацию по сварке.
ПК 1.3.	Проверять оснащенность, работоспособность, исправность и осуществлять настройку оборудования поста для различных способов сварки.
ПК 1.4.	Подготавливать и проверять сварочные материалы для различных способов сварки.
ПК 1.5.	Выполнять сборку и подготовку элементов конструкции под сварку.
ПК 1.6.	Проводить контроль подготовки и сборки элементов конструкции под сварку.
ПК 1.7.	Выполнять предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрев металла.
ПК 1.8.	Зачищать и удалять поверхностные дефекты сварных швов после сварки.
ПК 1.9.	Проводить контроль сварных соединений на соответствие геометрическим размерам, требуемым 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-Использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки; ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	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. Устанавливает работоспособность и исправность оборудования поста для сварки. Объясняет эксплуатацию оборудования для сварки. Демонстрация интереса к выбранной профессии через участие в конкурсах: - профессионального мастерства, - на лучшее <i>рационализаторское</i> предложение - технических олимпиадах; - викторинах по профессиям, - занятия в кружках технического творчества - участие в выполнении производственного плана учебной мастерской - участие выставке-ярмарке изделий. Выбор и применение методов и способов решения профессиональных задач при выполнении подготовительно-сварочных работ; оценка эффективности и качества выполнения. Решение стандартных и нестандартных профессиональных задач при выполнении подготовительно-сварочных работ Эффективный поиск необходимой информации; - использование различных источников, включая электронные. Использование передовых информационно-коммуникационные технологии. Умение работать бригадным методом Соблюдение единых педагогических требований и внутреннего трудового распорядка на предприятиях, при прохождении производственной практики. Прохождение воинской службы по контракту по полученной профессии

У2 -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. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Использует ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участствует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
У3 - Выполнять предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрев металла в соответствии с требованиями производственно-технологической документации по сварке ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес. ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Использует оборудование для сопутствующего (межслойного) подогрева при сварке деталей, в соответствии с требованиями производственно – технологической документации. Объясняет устройство, назначение оборудования для зачистки швов после сварки. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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.

	Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
У4 - Выполнять предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрев металла в соответствии с требованиями производственно-технологической документации по сварке. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес. ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Использует оборудование для сопутствующего (межслойного) подогрева при сварке деталей, в соответствии с требованиями производственно – технологической документации Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
У5 -Подготавливать сварочные материалы к сварке. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Применяет сварочную проволоку. Виды электродных покрытий. Флюсы для дуговой сварки. Правильно выбирает материалы под сварку. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.

У6 - Зачищать швы после сварки. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Применяет шлифовальные машины: виды, устройства, правила эксплуатации Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
У7 - Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем	Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач
Знать:	
31 Основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные	Особенности металлургии сварки. Химические процессы, сопровождающие процесс сварки, структура сварных швов. Основные методы борьбы со

деформации и напряжения	сварочными напряжениями и деформациями
32 - Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах.	Сварные соединения, сварные швы. Условные обозначения сварных швов.
33- Влияние основных параметров режима и пространственного положения при сварке на формирование сварного шва.	Режимы сварки. Сварка в различных пространственных положениях. Выбор диаметра электрода, силы сварочного тока
34 Основные типы, конструктивные элементы, разделки кромок.	Геометрические характеристики формы подготовки кромок под сварку.
35 Устройство вспомогательного оборудования, назначение, правила его эксплуатации и область применения	Трансформаторы: устройство, принцип действия. Выпрямители: устройство, принцип действия. Инверторы: устройство, принцип действия. Вспомогательные устройства для сварки.
36 - Правила сборки элементов конструкции под сварку.	Сборочно-сварочные приспособления. Сборка узла, конструкции в целом с последующей сваркой.
37 - Порядок проведения работ по предварительному, сопутствующему (межслойному) подогреву металла.	Порядок проведения работ по предварительному, сопутствующему (межслойному) подогреву металла
38- Классификацию сварочного оборудования и материалов; - основные принципы работы источников питания для сварки.	Общие сведения об источниках питания. Классификацию и обозначение источников питания. Внешнюю вольт – амперную характеристику и режим работы источников питания
39- Правила хранения и транспортировки сварочных материалов.	Электроды и другие сварочные материалы.

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	31-33, 35, 37, 39 У 1-3 ПК 1.1-1.9 ОК 01-02,	Устный опрос, практические занятия.		1 семестр – экзамен

	ЛР 1-3, 6-9, 12-20			
Тема 1.2 Сборка конструкций под сварку	31-32, 35, 36, 38 У3-6 ПК 1.1-1.9 ОК 01-02, ЛР 1-3, 6-9, 12-20	Устный опрос, практические занятия, тестирование		
Тема 1.3 Правила наложения прихваток	33-35 У 4-7 ПК 1.1-1.9 ОК 01-02, ЛР 1-3, 6-9, 12-20	Устный опрос, практические занятия, тестирование. Контрольная 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.

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

1. Экзамен

1. Форма проведения: устная в форме билетов.

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 под сварку.
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. Приспособление для сварки труб.
21. Закрепляющие устройства.
22. Установочные приспособления.
23. Инструменты для разметки и наметки.
24. Сборка деталей под сварку.
25. Прихватка деталей.

4. 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 раскалённого 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 оргоснастка, 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;
- быстросъемные, 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 станды 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, станды 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 предопределенном 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 пройдет 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.

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 *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 трубки-центрираторы. Они предназначены для совмещения труб небольшого диаметра. К примеру, модель СМ151 рассчитана на работу с магистралями диаметром от 57 до 159 мм. А вот трубка-центриратор 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.

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 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.

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. 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.

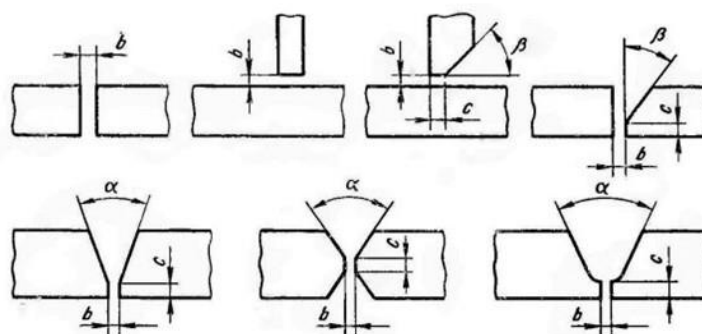
- *Притупление.* Маркируется буквой "С". Обозначение величины угла кромки, которая не подвергалась обработке. Она может иметь как прямой угол, так и острый. В последнем случае процесс сваривания заготовок будет затруднен. В тонкой части стыка не исключаются прожоги металла. Чтобы исправить ситуацию специалисты прибегают к так называемому затуплению кромок. Глубина обработки может достигать двух миллиметров.

- *Зазор.* Обозначается через символ "b". Информировать 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 "b" соответственно.

- *Катет шва.* Условное обозначение выражается через литеру "K". 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

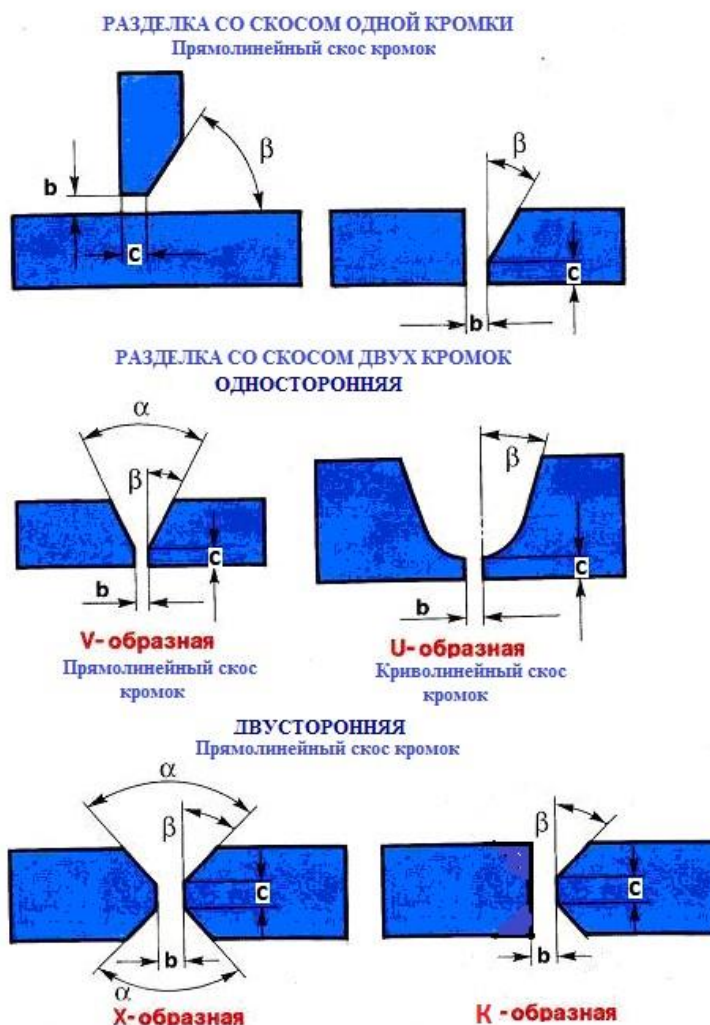
Тоже востребованный вариант подготовки кромок. Скосы делаются с обеих сторон. Отлично подходит для подготовки деталей с толщиной стенки от 12 до 60 миллиметров. Угол резки составляет 60 градусов. Сваривается в несколько проходов с каждой стороны, что позволяет снизить расход электродов на формирования 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.

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 перпендикулярности 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 резак.

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 перекос 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.

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.

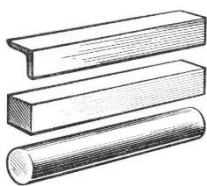
Гибка металла - это воздействие давлением на металл для придания требуемой формы.

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 листовой 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.

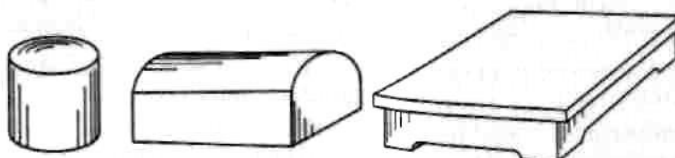


Рис. 1.

Рихтовальные бабки

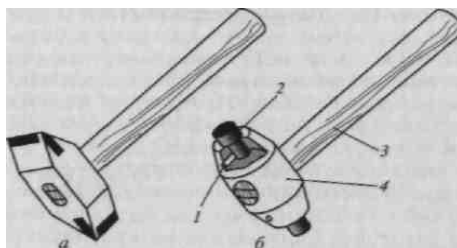


Рис. 2. Молотки с мягкими вставками: а - с призматической; б - с цилиндрической:
1 - штифт; 2 -боек; 3 - рукоятка; 4 - корпус

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 рисков: 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 рисков. 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 шуруповёрт 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 новинкам 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 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 проекте 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:

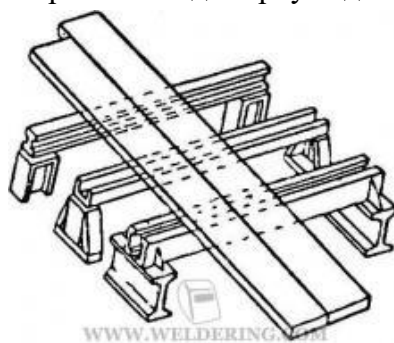
- полная сборка изделия из всех входящих в него деталей с последующей сваркой всех швов;
- поочередное присоединение деталей к уже сваренной части изделия - при невозможности применения первого способа;
- предварительная сборка узлов, из которых состоит изделие, с последующей сборкой и сваркой изделия 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.

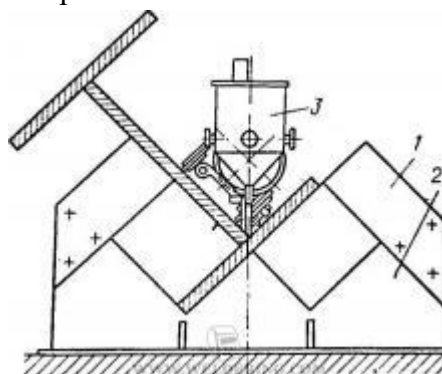


Схема универсального стенда для сварки балок: 1 - опора; 2 - стойка; 3 - сварочный трактор.

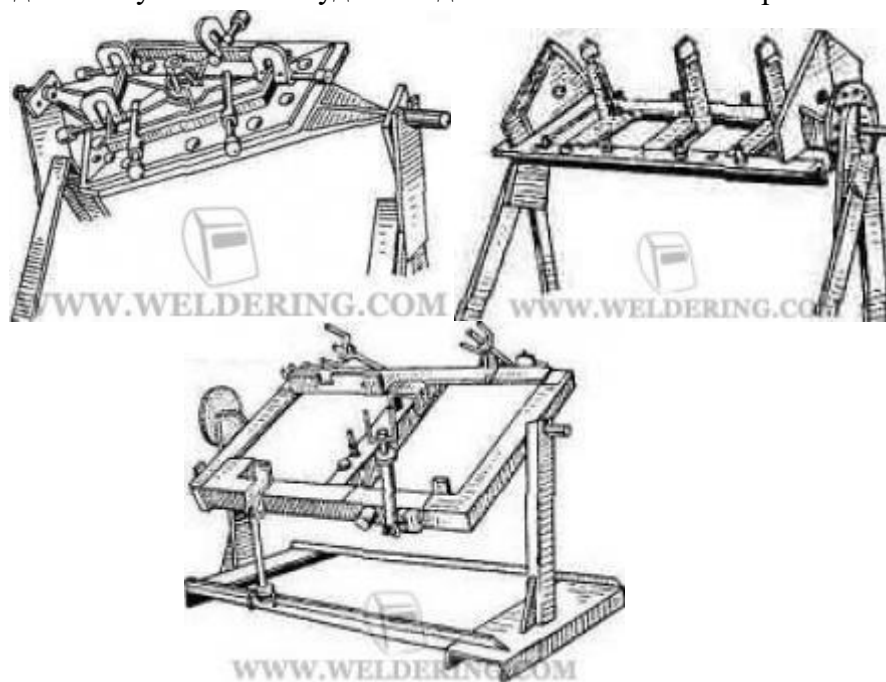
Перечисленные стенды относятся к беззажимным приспособлениям. К ним относятся столы для сварки сравнительно мелких деталей и плиты. Стенд или стол подключаются, как правило, к источнику питания дуги и обеспечивают подвод тока к свариваемому изделию.

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 стеллажи.

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 стеллажи 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 стеллажи для определенных изделий. Они снабжены плитой, на которой укреплен ряд постоянных фиксаторов, определяющих взаимное положение собираемых под сварку деталей. Примером универсальных стеллажей для сборки и сварки плоских листовых конструкций могут служить электромагнитные стеллажи. На электромагнитных стеллажах 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. 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 ЦСЗ* пригодится, если диаметр труб не выходит за пределы диапазона 10-70 мм.

21. 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 *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 трубцин разной конфигурации, поскольку в его работе этот инструмент является незаменимым.

Зажимы по сравнению со трубцинами 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.

22. 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.

23. Инструменты для разметки и наметки.

Для выполнения разметочных и наметочных работ при изготовлении деталей и сборке конструкций применяют измерительный и чертежный инструмент. Для измерения и контроля линейных размеров используют стальные рулетки и линейки. Измерительные металлические рулетки в зависимости от требуемой точности замеров выпускают 2-го, 3-го классов точности длиной 1, 2, 3, 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100 м. На заводах металлоконструкций применяют в основном рулетки 3-го класса точности.

Для разметочных и наметочных работ используют рулетки 2-го класса. Измерительные металлические линейки имеют шкалу, цена деления которой 1 мм, т.е. погрешность отсчета по линейке составляет 1 мм. Линейки выпускают с одной или двумя шкалами и верхним пределом измерений 150, 300, 500, 1000 мм.

К чертежным инструментам относят угольники, чертилки, циркуль, штангенциркуль, слесарные и контрольные кернеры, рейсмусы. Поверочные угольники 90° применяют для проверки прямых углов и нанесения на поверхности металла поперечных линий.

На заводах металлоконструкций используют угольники типов УЛП – лекальные плоские, УП – слесарные плоские, УШ – слесарные с широким основанием. Угольники выпускают трех классов точности. Чертилки применяют для нанесения линий на поверхность металла. Изготавливают их из высокоуглеродистой твердой стали. Для повышения стойкости к истиранию рабочей части на острие чертилки напаивают победит или другой сверхтвердый сплав.

Разметочные циркули изготавливают двух типов: с дугой – тип А и без дуги – тип В. Штангенциркуль служит для замеров и вычерчивания окружности радиусом до 1000 мм. Он состоит из деревянной рейки с двумя стальными движками, на которых прикреплены чертилки с упорными винтами.

Кернеры имеют заостренный и закаленный конец, которым набивают керны (углубления) по размеченной линии на металле через 50 – 70 мм в центрах отверстий для направления сверла в начале сверления. Контрольные кернеры предназначены для нанесения контрольного кольца диаметром на 1–2 мм больше, чем диаметр отверстия.

Контрольный кернер имеет цилиндрический корпус с острым кольцевым ножом на конце, центроловитель, пружину и винт. Центровые кернеры различных диаметров используют для наметки центра отверстий через отверстия в металлических шаблонах.

Для нанесения контрольного кольца совмещают заостренный конец центроловителя с керном (углублением), набитым кернером в центре отверстия, и ударяют молотком по торцу корпуса кернера. Острый кольцевой нож оставляет на металле окружность соответствующего диаметра.

Рейсмус применяют для нанесения продольных рисок параллельно строганой кромке в листовой детали или прокатной кромке в деталях из угловой, швеллерной или двутавровой стали.

24. Сборка деталей под сварку.

Комплексная механизация сварочных работ предусматривает замену физического труда при выполнении не только собственно сварочных работ, но и вспомогательных, связанных с изготовлением сварных конструкций и требующих значительных затрат ручного труда. Более 30% общей трудоемкости изготовления сварных деталей и узлов составляют затраты труда на сборку деталей под сварку. Ее выполняют несколькими методами.

Наиболее рационален метод узловой сборки, предусматривающий сборку и сварку отдельных узлов, из которых состоит конструкция, а затем сборку и сварку всей конструкции. При изготовлении сварных конструкций широко используют так называемый метод общей сборки сварной конструкции. Он заключается в том, что вначале собирают всю конструкцию, а затем ее сваривают. Если это не удастся сделать, то детали последовательно присоединяют к уже сваренной конструкции.

Узловую сборку выполняют в различных сборочно-сварочных приспособлениях, что дает возможность вести работу широким фронтом, эффективно использовать производственные площади, обеспечивать высокую производительность труда и хорошее качество сварных изделий. Таковы преимущества этого способа сборки деталей под сварку.

К недостаткам узловой сборки относится то, что ее выполняют более квалифицированные рабочие, чем общую сборку всей конструкции из отдельных элементов. При общей сборке допускается подгонка деталей по месту, а при узловой – детали изготавливают точно по размерам. Зазоры в стыковых соединениях должны быть равномерными и не превышать 2 мм. В соединениях внахлестку и в тавр элементы плотно прилегают друг к другу. Зазоры в таких соединениях допускаются равными 2–4 мм (в зависимости от толщины свариваемых элементов).

Не допускается сборка деталей под напряжением с помощью хомутов или других способов стягивания соединяемых элементов, создающих в них остаточные напряжения.

Для сборки под сварку применяют *специальные и универсальные приспособления*. Первые предназначены для сборки данного конкретного узла, вторые – для сборки различных конструкций. Использование специальных приспособлений дает возможность собрать заранее обработанные детали, исключает необходимость разметки и подгонки соединяемых деталей, уменьшает деформацию свариваемых узлов. Специальные приспособления обеспечивают большую точность сборки деталей под сварку, чем универсальные. Они также позволяют получить сварные детали и узлы более высокого качества.

Приспособления, применяемые при изготовлении сварных изделий, различают по назначению: для сборки под сварку; для сварки уже собранных деталей; для сборки и сварки деталей (так называемые комбинированные сборочно-сварочные приспособления).

Комбинированные приспособления должны быть достаточно прочными и жесткими, чтобы сохранять свою форму и размеры под воздействием усилий, возникающих в конструкции при нагреве в процессе сварки и при усадке сварных швов.

Рациональной является такая технология сборки деталей, которая обеспечивает необходимое качество сварного соединения и шва при минимальных требованиях к сборке.

25. Прихватка деталей.

С увеличением толщины свариваемых кромок увеличиваются высота, длина и шаг прихваток. Поперечное сечение прихватки не должно превышать $1/2$ – $1/3$ сечения полного шва. В местах резких переходов, в острых углах, на окружностях малого радиуса и в других местах концентрации напряжений установка прихваток не разрешается.

Прихватки не следует устанавливать вблизи отверстий, на расстоянии менее 10 мм от отверстия или от края детали. В случае сборки фланцев, цилиндров, шайб, трубчатых соединений и т.п. прихватки следует располагать симметрично. При двусторонней прихватке деталей их следует располагать в шахматном порядке. Если сборочные приспособления, в которых закреплены элементы узла, пригодны для выполнения в них сварки, нет необходимости в постановке прихваток.

Сборку сварных конструкций из листов толщиной 6–8 мм и более не рекомендуется вести на сварочных прихватках. Это объясняется тем, что при большой толщине свариваемых листов прихватки сдерживают перемещение деталей, что приводит к образованию трещин в прихватках. С увеличением толщины свариваемых листов в прихватках увеличиваются растягивающие силы и вероятность образования в них трещин возрастает.

Прихватки следует ставить в такой последовательности, которая исключает или сводит до минимума коробление листов. Сборку длинных листов начинают с постановки прихваток на одном, а затем на другом концах соединений, третью прихватку ставят посередине. Остальные прихватки ставят между ними.

Прихватку длинных листов соединений втавр начинают с середины соединения. Когда первая прихватка поставлена, последующие ставят вначале от середины к одному концу, а затем от середины к другому концу.

Стойки и раскосы прихватывают поочередно вначале к одному поясу, а затем между собой. Если между поясами несколько узлов, сборку и прихватку начинают со среднего узла.

Сила сварочного тока при прихватке должна быть на 20–30% больше, чем при сварке тех же материалов. Прихватку следует выполнять электродами меньшего диаметра, чем сварку той же детали; длина дуги при этом должна быть короткой, не более диаметра электрода; дугу следует отрывать не в момент образования кратера, а после его заполнения.

После выполнения прихватки толстообмазанными электродами остатки шлака полностью удаляют с помощью зубила, молотка и металлической щетки. При постановке прихваток на соединениях из элементов разной толщины дугу направляют на элемент большей толщины.

В прихватках таких соединений могут образовываться трещины. В этом случае после полного охлаждения прихватки с трещиной в непосредственной от нее близости устанавливают новую прихватку, а прихватку с трещиной заваривают.

4.Комплект билетов.**5.Экзаменационная ведомость.**

Оценка запланированных результатов по МДК

Результаты (освоенные общие компетенции)	Показатели оценки результата
Уметь:	
У1-Использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки; ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	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. Устанавливает работоспособность и исправность оборудования поста для сварки. Объясняет эксплуатацию оборудования для сварки. Демонстрация интереса к выбранной профессии через участие в конкурсах: - профессионального мастерства, - на лучшее <i>рационализаторское</i> предложение - технических олимпиадах; - викторинах по профессиям, - занятия в кружках технического творчества - участие в выполнении производственного плана учебной мастерской - участие выставке-ярмарке изделий. Выбор и применение методов и способов решения профессиональных задач при выполнении подготовительно-сварочных работ; оценка эффективности и качества выполнения. Решение стандартных и нестандартных профессиональных задач при выполнении подготовительно-сварочных работ Эффективный поиск необходимой информации; - использование различных источников, включая электронные. Использование передовых информационно-коммуникационные технологии. Умение работать бригадным методом Соблюдение единых педагогических требований и внутреннего трудового распорядка на предприятиях,

	при прохождении производственной практики. Прохождение воинской службы по контракту по полученной профессии
У2 -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. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Использует ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
У3 - Выполнять предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрев металла в соответствии с требованиями производственно-технологической документации по сварке ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес. ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Использует оборудование для сопутствующего (межслойного) подогрева при сварке деталей, в соответствии с требованиями производственно – технологической документации. Объясняет устройство, назначение оборудования для зачистки швов после сварки. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
У4 - Выполнять предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрев металла в соответствии с требованиями производственно-технологической документации по сварке. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес. ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Использует оборудование для сопутствующего (межслойного) подогрева при сварке деталей, в соответствии с требованиями производственно – технологической документации Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
У5 -Подготавливать сварочные материалы к сварке. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Применяет сварочную проволоку. Виды электродных покрытий. Флюсы для дуговой сварки. Правильно выбирает материалы под сварку. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
У6 - Защищать швы после сварки. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Применяет шлифовальные машины: виды, устройства, правила эксплуатации Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
У7 - Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем	Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач
Знать:	

31 Основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения)	Особенности металлургии сварки. Химические процессы, сопровождающие процесс сварки, структура сварных швов. Основные методы борьбы со сварочными напряжениями и деформациями
32 - Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах.	Сварные соединения, сварные швы. Условные обозначения сварных швов.
33- Влияние основных параметров режима и пространственного положения при сварке на формирование сварного шва.	Режимы сварки. Сварка в различных пространственных положениях. Выбор диаметра электрода, силы сварочного тока
34 Основные типы, конструктивные элементы, разделки кромок.	Геометрические характеристики формы подготовки кромок под сварку.
35 Устройство вспомогательного оборудования, назначение, правила его эксплуатации и область применения	Трансформаторы: устройство, принцип действия. Выпрямители: устройство, принцип действия. Инверторы: устройство, принцип действия. Вспомогательные устройства для сварки.
36 - Правила сборки элементов конструкции под сварку.	Сборочно-сварочные приспособления. Сборка узла, конструкции в целом с последующей сваркой.
37 - Порядок проведения работ по предварительному, сопутствующему (межслойному) подогреву металла.	Порядок проведения работ по предварительному, сопутствующему (межслойному) подогреву металла
38- Классификацию сварочного оборудования и материалов; - основные принципы работы источников питания для сварки.	Общие сведения об источниках питания. Классификацию и обозначение источников питания. Внешнюю вольт – амперную характеристику и режим работы источников питания
39- Правила хранения и транспортировки сварочных материалов.	Электроды и другие сварочные материалы.

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 01.03 Подготовительные 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. Разметка: техника разметки, приёмы разметки.		

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.

5. Экзаменационная 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. 05 Основы экономики

подготовки квалифицированных рабочих, служащих

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

Дальнегорск, 2023 год

Комплект контрольно-оценочных средств разработан на основе Федерального государственного стандарта среднего общего образования, с учетом Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии СПО 15.01.15 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)) программы учебной дисциплины Основы экономики.

Разработчики:

Организация-разработчик: КГА ПОУ «ДИТК»

Разработчик: Шилло Любовь Александровна, преподаватель.

ОДОБРЕН

цикловой методической комиссией

Протокол № 1

от «30» августа 2023 г.

Председатель Яковцева О. А.

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 в ходе текущего контроля
4. Контрольно-оценочные средства для проведения промежуточной аттестации
 - 4.1. Пакет экзаменатора
 - 4.2. Критерии оценки

1. ПАСПОРТ КОМПЛЕКТА КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

В результате освоения учебной дисциплины Основы экономики обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС по профессии СПО 15.01.15 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)) следующими умениями, знаниями, которые формируют профессиональную компетенцию, и общими компетенциями.

Обучающийся должен знать:

З 1	- общие принципы организации производственного и технологического процесса
З 2	- механизмы ценообразования на продукцию, формы оплаты труда в современных условиях
З 3	- цели и задачи структурного подразделения, структуру организации, основы экономических знаний, необходимых в отрасли

Обучающийся должен уметь:

У 1	- находить и использовать экономическую информацию в целях обеспечения собственной конкурентоспособности на рынке труда

Личностные результаты с учетом особенностей учебной дисциплины:

Личностные результаты реализации программы воспитания (дескрипторы)	Код личностных результатов реализации программы воспитания
Портрет выпускника СПО	
Проявляющий активную гражданскую позицию, демонстрирующий приверженность принципам честности, порядочности, открытости. Экономически активный и участвующий в студенческом и территориальном самоуправлении, в том числе на условиях добровольчества, продуктивно взаимодействующие и участвующие в деятельности общественных организаций. Готовый использовать свой личный и профессиональный потенциал для защиты национальных интересов России.	ЛР 2
Демонстрирующий приверженность к родной культуре, исторической памяти на основе любви к Родине, родному народу, малой родине, принятию традиционных ценностей многонационального народа России. Лояльный к установкам и проявлениям представителей субкультур, отличающий их от групп с деструктивным поведением. Демонстрирующий неприятие и предупреждающий социально опасное поведение окружающих.	ЛР 3
Занимающий активную гражданскую позицию избирателя, волонтера, общественного деятеля.	ЛР 5
Принимающий цели и задачи научно-технологического, экономического, информационного развития России, готовый работать на их достижение. Стремящийся к формированию в сетевой среде личностного и профессионального, конструктивного «цифрового следа».	ЛР 6

Осознающий приоритетную ценность личности человека; уважающий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.	ЛР 12
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные ключевыми работодателями (при наличии)	
Умение реализовывать личностные качества в производственном процессе	ЛР 13
Стрессоустойчивость, коммуникабельность	ЛР 14
Опыт научно-исследовательской деятельности	ЛР 15
Открытый к текущим и перспективным изменениям в мире труда, демонстрирующий навыки самообразования и саморазвития.	ЛР 16
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные субъектами образовательного процесса (при наличии)	
Инновационность мышления в реализации производственных задач	ЛР 17
Выполнение социальных норм и правил, внутреннего распорядка колледжа и предприятия	ЛР 28
Профессиональная идентичность и ответственность	ЛР 19
Самооценка и рефлексия результатов своей деятельности и развития	ЛР 20

Формируемые ОК.

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

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения.

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

Формируемые ПК.

ПК 1.9. Проводить контроль сварных соединений на соответствие геометрическим размерам, требуемым конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.

Формой промежуточной аттестации по учебной дисциплине является дифференцированный зачет- 4 семестр.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ПРОВЕРКЕ

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

Таблица 1

Результаты обучения: умения, знания и общие компетенции	Показатели оценки результата

Уметь:	
У 1. находить и использовать экономическую информацию в целях обеспечения собственной конкурентоспособности на рынке труда; ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам. ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде. ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения. ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.	– находит и использует экономическую информацию в целях обеспечения собственной конкурентоспособности на рынке труда. Выбирает способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам. Эффективно взаимодействует и работает в коллективе и команде. Проявляет гражданско-патриотическую позицию, демонстрирует осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения. Содействует сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применяет знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
Знать:	
31. общие принципы организации производственного и технологического процесса;	– знает общие принципы организации производственного и технологического процесса; – знает основные технико-экономические показатели деятельности предприятия; – знает методики расчета основных технико-экономических показателей деятельности предприятия;
32. механизмы ценообразования на продукцию, формы оплаты труда в современных условиях;	– знает о применении ценовой политики предприятия; – знает цели и этапы ценообразования, об экономическом содержании цены, виды цен, о механизме ценообразования на продукцию; – знает, как определить потребности сварочного предприятия в трудовых ресурсах;

	– дает понятие заработной платы, номинальной и реальной заработной платы; – знает формы оплаты труда в современных условиях;
33. цели и задачи структурного подразделения, структуру организации, основы экономических знаний, необходимых в отрасли.	– знает типы производственной структуры хозяйствующих субъектов, структуру организации, цели и задачи структурного подразделения; – знает основы экономических знаний, необходимых в отрасли.

3.ОЦЕНКА ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Таблица 2

Элемент учебной дисциплины	Формы и методы контроля			
	Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
	Осваиваемые результаты	Метод контроля	Проверяемые результаты	Форма контроля
Тема 1. Общие основы функционирования субъектов хозяйствования	У 1. 3 1-3 ОК 01, ОК 04, ОК 06, ОК 07 ПК 1.9 ЛР 2, 3, 5, 6, 12-20	-устный опрос - самостоятельная работа	У 1. 3 1.3 2. 3 3 ОК 1	4 семестр - Дифференцированный зачет
Тема 2. Ресурсы хозяйствующих субъектов и эффективность их использования	У 1. 3 3 ОК 01, ОК 04, ОК 06, ОК 07 ПК 1.9 ЛР 2, 3, 5, 6, 12-20	-устный опрос - самостоятельная работа - проверочная работа - проверочная работа - проверочная работа - проверочная работа - ситуационные задачи	У 1. 3 1.3 2. 3 3 ОК 1	
Тема 3. Результаты коммерческой деятельности	У 1. 3 3	-устный опрос	У 1. 3 1.3 2. 3 3 ОК 1	

	ОК 01, ОК 04, ОК 06, ОК 07 ПК 1.9 ЛР 2, 3, 5, 6, 12-20	- самостоятельная работа - проверочная работа - проверочная работа - проверочная работа		
Тема 4. Планирование и развитие деятельности хозяйствующего субъекта	У 1. 3 3 ОК 01, ОК 04, ОК 06, ОК 07 ПК 1.9 ЛР 2, 3, 5, 6, 12-20	-устный опрос -самостоятельная работа	У 1. 3 1.3 2. 3 3 ОК 1	

3.1.1. Методы и критерии оценивания в ходе текущего контроля

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. Тестирование. Критерии оценивания.

Оценка «2» - выполнено 0-54 % заданий части А.

Оценка «3» - выполнено 55 % заданий части А+ 50 % заданий части В.

Оценка «4» - выполнено 75 % заданий части А + 75 % заданий части В.

Оценка «5» - выполнено 85 % заданий части А + 85 % заданий части В +50 % заданий части С.

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 оценке «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 объемом выполненной части работы позволяет получить недостаточно результатов в соответствии с поставленной целью.

4. Проверочная работа. Критерии оценивания.

Оценка «2» - выполнено 0-54 % заданий части А.

Оценка «3» - выполнено 55 % заданий части А+ 50 % заданий части В.

Оценка «4» - выполнено 75 % заданий части А + 75 % заданий части В.

Оценка «5» - выполнено 85 % заданий части А + 85 % заданий части В +50 % заданий части С.

4.КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1.Дифференцированный зачёт

1. Форма проведения: письменная, тестирование.

2. Условия выполнения

1.Инструкция для обучающихся.

2.Время выполнения: 90 минут.

3.Оборудование учебного кабинета: посадочные места для обучающихся, материал для проведения экзамена.

4.Технические средства обучения: не используются.

5.Информационные источники, допустимые к использованию на дифференцированном зачете: нет.

6.Требования охраны труда: соблюдение СанПиН.

3.Пакет материалов для проведения дифференцированного зачёта

3.1. Перечень тем, контролируемых в ходе промежуточной аттестации.

1. Рыночный механизм. Закон спроса. Факторы, влияющие на спрос. Закон предложения. Концепция равновесия рынка. Рыночное равновесие. Рыночные структуры.

2. Понятие «предприятие». Основные признаки предприятия. Классификация предприятий.

3. Основные аспекты развития предприятия как хозяйствующего субъекта в рыночной экономике.

4. Организационно-правовые формы, виды предпринимательской деятельности.

5. Производственная структура предприятия: определение, виды, факторы, влияющие на структуру. Непроизводственная структура предприятия.

6. Общее понятие об основном капитале и его роль в производстве. Классификация элементов основного капитала и его структура. Учет и оценка основного капитала.

7. Показатели эффективного использования и воспроизводства основного капитала (основных фондов).

8. Износ и амортизация основных фондов.

9. Общее понятие оборотного капитала. Роль оборотного капитала в процессе производства.

10. Состав и структура оборотного капитала. Оборотные средства: состав и структура.

11. Персонал хозяйствующего субъекта и его классификация. Списочный и явочный состав работающих.

12. Планирование кадров и их подбор. Рабочее время и его использование. Бюджет рабочего времени.

13. Характеристика производительности труда.
14. Мотивация труда. Формы оплаты труда в современных условиях.
15. Понятие и состав издержек производства и обращения. Классификация затрат по признакам. Калькуляция себестоимости и ее значение.
16. Методика составления смет косвенных расходов и их включение в себестоимость. Классификация затрат по статьям и элементам.
17. Ценовая политика субъекта хозяйствования. Механизмы ценообразования на продукцию (услуги). Цены и порядок ценообразования. Ценовая стратегия предприятия.
18. Понятие качества продукции. Сертификация продукции.
19. Понятие конкурентоспособности. Понятие «продукт» и «услуга», методы и единицы измерения продукции.
20. Доход предприятия, его сущность и значение.
21. Общий финансовый результат – балансовая прибыль. Состав балансовой прибыли и особенности формирования в современных условиях.
22. Рентабельность – показатель эффективности работы субъекта хозяйствования. Виды рентабельности.
23. Финансовое обеспечение хозяйствующих субъектов. Собственность и заемные средства.
24. Организация производственного и технологического процессов.
25. Показатели технического развития и организации производства.
26. Показатели экономической эффективности капитальных вложений в новую технику: приведенные затраты, коэффициент эффективности и срок окупаемости.
27. Значение бизнес-плана. Его основные разделы. Методика разработки бизнес-плана.

Оценка запланированных результатов по учебной дисциплине

Результаты обучения: умения, знания и общие компетенции	Показатели оценки результата
Уметь:	
У 1. находить и использовать экономическую информацию в целях обеспечения собственной конкурентоспособности на рынке труда; ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.	– находит и использует экономическую информацию в целях обеспечения собственной конкурентоспособности на рынке труда. Выбирает способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.
Знать:	
З1. общие принципы организации производственного и технологического процесса;	– знает общие принципы организации производственного и технологического процесса; – знает основные технико-экономические показатели деятельности предприятия; – знает методики расчета основных технико-экономических показателей деятельности предприятия;

32. механизмы ценообразования на продукцию, формы оплаты труда в современных условиях;	– знает о применении ценовой политики предприятия; – знает цели и этапы ценообразования, об экономическом содержании цены, виды цен, о механизме ценообразования на продукцию; – знает, как определить потребности сварочного предприятия в трудовых ресурсах; – дает понятие заработной платы, номинальной и реальной заработной платы; – знает формы оплаты труда в современных условиях;
33. цели и задачи структурного подразделения, структуру организации, основы экономических знаний, необходимых в отрасли.	– знает типы производственной структуры хозяйствующих субъектов, структуру организации, цели и задачи структурного подразделения; – знает основы экономических знаний, необходимых в отрасли.

Примерный КИМ для дифференцированного зачёта

ЧАСТЬ А

Критерии оценивания: за каждый правильный ответ на вопрос теста – 1 балл.

Максимальное количество баллов - 12 баллов.

БЛОК А. Выберите один правильный ответ и занесите его в бланк для ответов:

1. Предприятие – это самостоятельный хозяйствующий субъект, созданный предпринимателем или объединением предпринимателей для ...

- а) производства продукции, выполнения работ и оказания услуг;
- б) удовлетворения общественных потребностей;
- в) получения прибыли;
- г) производства продукции, выполнения работ и оказания услуг в целях удовлетворения общественных потребностей и получения прибыли.

2. Понятие «оборотные средства предприятия» – это ...

- а) основные и вспомогательные материалы, полуфабрикаты собственного производства, покупные полуфабрикаты, здания;
- б) основные материалы, тара;
- в) средства производства, многократно участвующие в процессе производства и постепенно переносящие свою стоимость на себестоимость выпускаемой продукции;
- г) орудия труда, многократно участвующие в производственном цикле и переносящие свою стоимость на себестоимость изготавливаемой продукции не сразу, а по частям, по мере изнашивания.

3. В состав оборотных производственных средств предприятия входят материально-вещественные элементы:

а) производственные запасы сырья, материалов, полуфабрикатов, покупных изделий, запасных частей, топлива, незавершенное производство, расходы будущих периодов;

б) станки, агрегаты, приспособления, тара, стеллажи;

в) готовая продукция, денежные средства в кассе, на расчетном счете предприятия, станки;

г) прибыль предприятия, задолженность поставщикам.

4. Эффективность использования оборотных средств характеризуют ...

а) прибыль, рентабельность производства;

б) коэффициент оборачиваемости, средняя продолжительность одного оборота оборотных средств;

в) фондоотдача, фондоемкость продукции;

г) фондовооруженность труда.

5. В состав основных производственных фондов (ОПФ) предприятия включаются элементы:

а) здания, сооружения, передаточные устройства, материалы;

б) здания, сооружения, передаточные устройства, машины и оборудование (в том числе силовые машины и оборудование, рабочие машины и оборудование, лабораторное оборудование, незавершенное производство, инструменты и приспособления, транспортные средства;

в) здания, сооружения, передаточные устройства, машины и оборудование, фонды обращения;

г) здания, сооружения, передаточные устройства, машины и оборудование, транспортные средства.

БЛОК Б. Выберите все правильные ответы и занесите их в бланк для ответов:

6. К группировке затрат по экономическим элементам относятся затраты на:

а) топливо и энергию на технологические цели;

б) основную заработную плату производственных рабочих;

в) амортизацию основных фондов;

г) расходы на подготовку и освоение производства.

7. Укажите, какие из статей затрат на производство продукции относятся к категории условно-постоянных:

а) основная заработная плата рабочих;

б) заработная плата административно-управленческого персонала;

в) затраты на аренду;

г) затраты на сырье и вспомогательные материалы;

д) затраты на сырье и основные материалы.

8. К стоимостным показателям производственной программы предприятия относятся:

а) товарная продукция;

б) реализованная продукция;

в) затраты на 1 руб. товарной продукции;

г) валовая продукция;

д) амортизация.

9. Система управления включает следующие компоненты:

- а) принципы, задачи и методы управления;
- б) структуру органов управления;
- в) затраты на сырье;
- г) амортизацию.

10. Управление предприятием включает следующие подсистемы:

- а) управление персоналом;
- б) управление маркетингом;
- в) управление финансами;
- г) управление запасами.

11. Принципы планирования:

- а) гибкости;
- б) непрерывности;
- в) точности;
- г) массовости.

12. Какие существуют разновидности повременной формы оплаты труда?

- а) прямая (простая) повременная;
- б) комиссионная;
- в) аккордная;
- г) повременно-премиальная.

ЧАСТЬ В

Критерии оценивания: за каждый правильный ответ на вопрос теста – 1 балл.

Максимальное количество баллов - 12 баллов.

БЛОК В. Установите соответствие:

13. Установите соответствие между формами и видами юридических лиц (согласно Гражданскому кодексу РФ), к которым они относятся: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ФОРМЫ ЮРИДИЧЕСКИХ ЛИЦ

- А) коммандитное товарищество
- Б) потребительский кооператив
- В) хозяйственное общество
- Г) общественное объединение
- Д) общество с ограниченной ответственностью

ВИДЫ

ЮРИДИЧЕСКИХ ЛИЦ

- 1) коммерческое
- 2) некоммерческое

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г	Д

14. Установите соответствие между признаками и организационно-правовыми формами предпринимательской деятельности: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ПРИЗНАКИ

А) неделимость имущества предприятия невозможность его распределения по вкладам, долям, акциям

Б) добровольность объединения для совместной хозяйственной деятельности

В) объединение имущественных паевых взносов учредителей

Г) хозяйственное ведение (оперативное управление) собственностью учредителя

Д) личное трудовое участие создателей предприятия в его деятельности

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г	Д

15. Установите соответствие между видами издержек и статьями затрат фирмы за краткосрочный период: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

СТАТЬИ ЗАТРАТ

А) арендная плата за здание

Б) транспортные расходы

В) сдельная зарплата рабочих

Г) плата за электроэнергию

Д) оклады администрации

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г	Д

ФОРМЫ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

1) унитарное предприятие

2) производственный кооператив

ВИДЫ ИЗДЕРЖЕК

1) постоянные издержки

2) переменные издержки

16. Установите соответствие между видами издержек и затратами фирмы: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ЗАТРАТЫ ФИРМЫ

- А) арендная плата за здание
- Б) расходы на упаковочный материал
- В) заработная плата бухгалтера
- Г) сдельная зарплата рабочих
- Д) расходы на перевозку продукции

ВИДЫ ИЗДЕРЖЕК

- 1) постоянные
- 2) переменные

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г	Д

17. Установите соответствие между особенностями заработной платы и ее видами: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ОСОБЕННОСТИ

- А) начисляется работникам за отработанное время
- Б) выражается в материальных благах и услугах
- В) зависит от цен на приобретаемые товары
- Г) начисляется работникам за сверхурочные работы
- Д) начисляется работникам за определенное количество и качество выполненных работ

ВИДЫ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ

- 1) номинальная
- 2) реальная

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г	Д

БЛОК Г. Запишите слово, пропущенное в таблице.

18. Запишите слово, пропущенное в таблице.

ИЗДЕРЖКИ (ЗАТРАТЫ) ПРОИЗВОДСТВА

ВИД ИЗДЕРЖЕК	СУЩНОСТЬ
...	Затраты, которые не зависят от объема выпускаемой продукции, и их величина не меняется от изменений объема производства
Переменные	Затраты, напрямую зависящие от объема производства

19. Запишите слово, пропущенное в таблице.

ФАКТОР ПРОИЗВОДСТВА	ХАРАКТЕРИСТИКА
...	Деятельность людей по производству товаров и услуг путём использования их умственных и физических способностей, полученных в процессе обучения и работы, знаний и навыков
Земля	Все виды природных ресурсов, имеющихся на планете и пригодных для производства экономических благ

20. Запишите слово, пропущенное в таблице.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ	ХАРАКТЕРИСТИКИ
Спрос	Сложившаяся на рынке в определённый период времени зависимость объёма товара определённого вида, который потребители готовы приобрести, от цен, по которым эти товары могут быть проданы производителями/продавцами
...	Сложившаяся на рынке в определённый период времени зависимость объёма товара определённого вида, который производители/продавцы готовы продать, от цен, по которым этот товар может быть продан

БЛОК Д. Выберите понятие, которое является обобщающим для всех остальных понятий

21. Выберите понятие, которое является обобщающим для всех остальных понятий представленного ниже ряда. Запишите это слово (словосочетание).

Рынок сырья, рынок земли, рынок ресурсов, рынок труда, рынок оборудования.

22. В приведённом ниже ряду найдите понятие, которое является обобщающим для всех остальных представленных понятий. Запишите это слово или словосочетание.

Экономическая деятельность, производство, обмен, потребление, распределение.

23. Найдите понятие, которое является обобщающим для всех остальных понятий представленного ниже ряда. Запишите это слово (словосочетание).

Земля, трудовые ресурсы, фактор производства, капитал, информация.

24. В приведённом ниже ряду найдите понятие, которое является обобщающим для всех остальных представленных понятий. Запишите это слово (словосочетание).

Зарплата, факторный доход, рента, процент, прибыль.

ЧАСТЬ С

Максимальное количество баллов - 9 баллов.

Решите задачу 1 (3 балла):

Определить годовую сумму амортизации по объекту основных средств, если его первоначальная стоимость 546 500 рублей. Срок полезного использования – 8 лет. Применяется линейный метод начисления амортизации.

Решите задачу 2 (3 балла):

Определите экономическую эффективность использования основных производственных фондов в ООО «Прогресс»

Показатели	2022 г.	2023 г.	2023 г. к 2022 г., %

Основные производственные фонды, тыс.руб.	103 206	110 855	
Стоимость валовой продукции, всего, тыс.руб.	113 525	126 180	
Фондоотдача, руб.			
Фондоемкость, руб.			

3. Прочитайте приведенный ниже текст, в котором пропущен ряд слов. Выберите из предлагаемого списка слова, которые необходимо вставить на место пропусков (3 балла).
«Основная проблема для экономики – это согласование безграничных и постоянно растущих потребностей людей с ограниченными _____ (А) для их удовлетворения. Что такое потребности? Это понятие весьма многозначно и исторически изменчиво. Это _____ (Б) того, без чего нельзя поддерживать не только жизнь человека, но и его развитие как личности и как члена общества. Человек своей хозяйственной деятельностью научился удовлетворять свои разнообразные потребности, производя товары и услуги, т. е. экономические блага. При этом количество и качество этих благ непрерывно растет и меняется под влиянием технического _____ (В), расширения кругозора людей, моды, рекламы и т. д. Таким образом, потребности все время растут. А для того, чтобы их удовлетворить, нужны _____ (Г). Те из них, которые удастся вовлечь в производство экономических благ, называются факторами производства. Постепенно наука расширяла свои представления о факторах, необходимых для производства благ. Сначала считалось, что главный ресурс, главный фактор – это _____ (Д), что только сельское хозяйство может произвести необходимые блага. Позднее, в качестве неперемennого фактора признали _____ (Е) в любой сфере материального производства, а не только в сельском хозяйстве. С именем К. Маркса связано признание _____ (Ж) как важнейшего фактора экономического развития».

- 1) капитал 2) производство 3) возможности 4) ресурсы
5) прогресс 6) нехватка 7) информация 8) земля 9) труд

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж

4. Эталоны ответов на практические задания

ЧАСТЬ А

Критерии оценивания: за каждый правильный ответ на вопрос теста – 1 балл.

Максимальное количество баллов - 12 баллов.

1 г; 2 б; 3 а; 4 б, в; 5 г; 6 абв; 7 бв; 8 абг; 9 аб; 10 абв; 11 абв; 12 аг;

ЧАСТЬ В

13 -12121; 14 -12212; 15- 12221; 16- 12122; 17 12211; 18 постоянные; 19 труд; 20 предложение; 21 рынок ресурсов; 22 экономическая деятельность, б, г; 23 фактор производства; 24 факторный доход.

ЧАСТЬ С

Максимальное количество баллов - 9 баллов.

Решение задачи 1

а) Произведем расчет по линейному способу. Годовую сумму амортизации определяем по формуле

$$A = \frac{\Phi \times H_a}{100},$$

Норма амортизации может быть установлена следующим образом:

$$H_a = 1 / n \cdot 100$$

Рассчитаем норму амортизации при сроке полезного использования 8 лет:

$$H_a = 1 / 8 \cdot 100 = 12,5 \, \%$$

Амортизация за год составит

$$A = \frac{546500 \times 12,5}{100} = 68\,312,5 \text{ руб.}$$

Решение задачи 2

Показатели	2022 г.	2023 г.	2023 г. к 2022 г., %
Основные производственные фонды, тыс.руб.	103 206	110 855	107,4
Стоимость валовой продукции, всего, тыс.руб.	113 525	126 180	111,1
Фондоотдача, руб.	1,1	1,14	103,6
Фондоемкость, руб.	0,91	0,88	96,7

Анализ данных показывает, что в ООО «Прогресс» в 2022 г. по сравнению с 2021 г. фондоотдача возросла на 3,6%; а фондоемкость снизилась на 3,3%.

3. Решение задания 3

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
3	6	5	4	8	9	1

Критерии оценки ответов

Оценка «2» - выполнено 0-54 % заданий части А.

Оценка «3» - выполнено 55 % заданий части А+ 50 % заданий части В.

Оценка «4» - выполнено 75 % заданий части А + 75 % заданий части В.

Оценка «5» - выполнено 85 % заданий части А + 85 % заданий части В +50 % заданий части С.

4.Комплект материалов.

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
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ОП.06 Безопасность жизнедеятельности

подготовки квалифицированных рабочих, служащих

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

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

Разработчики:

Организация – разработчик: КГА ПОУ «ДИТК»

Разработчик: Пирогов Михаил Михайлович, преподаватель

ОДОБРЕН

цикловой методической комиссией

Протокол № 1

от «30» августа 2023 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 «Безопасность жизнедеятельности» 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:

З 1	принципы обеспечения устойчивости объектов экономики, прогнозирования развития событий и оценки последствий при техногенных чрезвычайных ситуациях и стихийных явлениях, в том числе в условиях противодействия терроризму как серьезной угрозе национальной безопасности России
З 2	основные виды потенциальных опасностей и их последствия в профессиональной деятельности и быту, принципы снижения вероятности их реализации
З 3	основы военной службы и обороны государства.
З 4	задачи и основные мероприятия гражданской обороны.
З 5	способы защиты населения от оружия массового поражения.
З 6	меры пожарной безопасности и правила безопасного поведения при пожарах
З 7	организацию и порядок призыва граждан на военную службу и поступления на нее в добровольном порядке
З 8	основные виды вооружения, военной техники и специального снаряжения, состоящих на вооружении (оснащении) воинских подразделений, в которых имеются военно-учетные специальности, родственные профессиям СПО
З 9	область применения получаемых профессиональных знаний при исполнении обязанностей военной службы
З 10	порядок и правила оказания первой помощи пострадавшим

Обучающийся должен уметь:

У 1	организовывать и проводить мероприятия по защите работающих и населения от негативных воздействий чрезвычайных ситуаций.
У 2	предпринимать профилактические меры для снижения уровня опасностей различного вида и их последствий в профессиональной деятельности и быту.
У 3	использовать средства индивидуальной и коллективной защиты от оружия массового поражения.
У 4	применять первичные средства пожаротушения.
У 5	ориентироваться в перечне военно-учетных специальностей и самостоятельно определять среди них родственные полученной профессии.
У 6	применять профессиональные знания в ходе исполнения обязанностей военной службы на воинских должностях в соответствии с полученной профессией.
У 7	владеть способами бесконфликтного общения и саморегуляции в повседневной деятельности и экстремальных условиях военной службы.
У 8	демонстрировать гражданско-патриотическую позицию.
У 9	выстраивать общение на основе российских духовно-нравственных ценностей.
У 10	оказывать первую помощь пострадавшим.

Личностные результаты с учетом особенностей учебной дисциплины:

Личностные результаты реализации программы воспитания (дескрипторы)	Код личностных результатов реализации программы воспитания
Портрет выпускника СПО	
Осознающий себя гражданином и защитником великой страны.	ЛР 1
Проявляющий активную гражданскую позицию, демонстрирующий приверженность принципам честности, порядочности, открытости. Экономически активный и участвующий в студенческом и территориальном самоуправлении, в том числе на условиях добровольчества, продуктивно взаимодействующие и участвующие в деятельности общественных организаций. Готовый использовать свой личный и профессиональный потенциал для защиты национальных интересов России.	ЛР 2
Демонстрирующий приверженность к родной культуре, исторической памяти на основе любви к Родине, родному народу, малой родине, принятию традиционных ценностей многонационального народа России. Лояльный к установкам и проявлениям представителей субкультур, отличающий их от групп с деструктивным поведением. Демонстрирующий неприятие и предупреждающий социально опасное поведение окружающих.	ЛР 3
Принимающий семейные ценности своего народа, готовый к созданию семьи и воспитанию детей; демонстрирующий неприятие насилия в семье, ухода от родительской ответственности, отказа от отношений со своими детьми и их финансового содержания.	ЛР 4
Занимающий активную гражданскую позицию избирателя, волонтера, общественного деятеля.	ЛР 5
Уважающий этнокультурные, религиозные права человека, в том числе с особенностями развития; ценящий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.	ЛР 9
Принимающий активное участие в социально значимых мероприятиях, соблюдающий нормы правопорядка, следующий идеалам гражданского общества, обеспечения безопасности, прав и свобод граждан России; готовый оказать поддержку нуждающимся. Соблюдающий и пропагандирующий правила здорового и безопасного образа жизни, спорта; предупреждающий либо преодолевающий зависимости от алкоголя, табака, психоактивных веществ, азартных игр и т.д.	ЛР 10
Лояльный к установкам и проявлениям представителей субкультур, отличающий их от групп с деструктивным и девиантным поведением.	ЛР 11
Осознающий приоритетную ценность личности человека; уважающий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.	ЛР 12
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные ключевыми работодателями	
Умение реализовывать личностные качества в производственном процессе	ЛР 13
Стрессоустойчивость, коммуникабельность	ЛР 14
Опыт научно-исследовательской деятельности	ЛР 15
Открытый к текущим и перспективным изменениям в мире труда,	ЛР 16

демонстрирующий навыки самообразования и саморазвития.	
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные субъектами образовательного процесса	
Инновационность мышления в реализации производственных задач	ЛР 17
Выполнение социальных норм и правил, внутреннего распорядка колледжа и предприятия	ЛР 28
Профессиональная идентичность и ответственность	ЛР 19
Самооценка и рефлексия результатов своей деятельности и развития	ЛР 20

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;

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения;

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

Формируемые ПК.

ПК 1.9. Проводить контроль сварных соединений на соответствие геометрическим размерам, требуемым 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 аттестации по учебной дисциплине осуществляется комплексная проверка следующих умений и знаний, а также динамика формирования общих и профессиональных компетенций:

Результаты обучения: умения, знания и общие компетенции	Показатели оценки результата
Уметь:	
У. 1. Организовывать и проводить мероприятия по защите работающих и населения от негативных воздействий чрезвычайных ситуаций.	- умеет планировать, анализировать, контролировать ход мероприятия - владеет приемами подачи информации -организовывает собственную деятельность, определяет методы решения
ОК 02. Использовать современные средства	

поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности; ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста; ПК 1.9	профессиональных задач, оценивает их эффективность и качество -осуществляет поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития - владеет приемами создания в кабинете предметно-развивающей среды
У.2. Предпринимать профилактические меры для снижения уровня опасностей различного вида и их последствий в профессиональной деятельности и быту. ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде. ПК 1.9	- умеет планировать и осуществлять профилактические меры для снижения уровня опасностей различного вида и их последствий в профессиональной деятельности и быту - выбирает и применяет методы решения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество - оценивает риски и принимает решения в нестандартных ситуациях
У.3. Использовать средства индивидуальной и коллективной защиты от оружия массового поражения. ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;	- владеет приемами использования средств индивидуальной и коллективной защиты от оружия массового поражения -владеет приемами (формами) профилактики травматизма -соотносит профессиональную деятельность с соблюдением регулирующих ее правовых норм - владеет приемами систематизации и оценки педагогического опыта и образовательных технологий
У. 4. Применять первичные средства пожаротушения. ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;	-умеет применять первичные средства пожаротушения - ставит цели, мотивирует деятельность, организывает и контролирует работу окружающих с принятием на себя ответственности за качество процесса - осуществляет устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;
У. 5. Ориентироваться в перечне военно-учетных специальностей и самостоятельно	- ориентируется в перечне военно-учетных специальностей и самостоятельно

определять среди них родственные полученной профессии. ОК 6. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, применять стандарты антикоррупционного поведения.	определяет среди них родственные полученной профессии - самостоятельно определяет задачи профессионального и личного развития, занимается самообразованием - осуществляет деятельность в условиях обновления ее целей, содержания, смены технологий
У. 6. Применять профессиональные знания в ходе исполнения обязанностей военной службы на воинских должностях в соответствии с полученной профессией. ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде. ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения.	- демонстрирует готовность применять профессиональные знания в ходе исполнения обязанностей военной службы на воинских должностях в соответствии с полученной профессией - умеет работать в коллективе и команде, взаимодействовать с руководством, коллегами и социальными партнерами - ориентируется в учебно-методических комплектах - разрабатывает учебно-методические материалы (планы)
У.7. Владеть способами бесконфликтного общения и саморегуляции в повседневной деятельности и экстремальных условиях военной службы. ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;	- владеет способами бесконфликтного общения и саморегуляции в повседневной деятельности и экстремальных условиях военной службы - умеет работать в коллективе и команде, взаимодействовать с руководством, коллегами и социальными партнерами - определяет цели и задачи деятельности и общения
У.8. Демонстрировать гражданско-патриотическую позицию. ОК 6. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, применять стандарты антикоррупционного поведения.	-организует собственную деятельность, определяет методы решения профессиональных задач, оценивает их эффективность и качество - оценивает риски и принимает решения в нестандартных ситуациях
У 9 Выстраивать общение на основе российских духовно-нравственных ценностей. ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности	- умеет работать в коллективе и команде, взаимодействовать с руководством, коллегами и социальными партнерами - ориентируется в учебно-методических комплектах

применительно к различным контекстам.	
У. 10. Оказывать первую помощь пострадавшим. 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.	-владеет приемами оказания первой помощи пострадавшим - оценивает риски и принимает решения в нестандартных ситуациях
Знать:	
3.1. Принципы обеспечения устойчивости объектов экономики, прогнозирования развития событий и оценки последствий при техногенных чрезвычайных ситуациях и стихийных явлениях, в том числе в условиях противодействия терроризму как серьезной угрозе национальной безопасности России	- знает, перечисляет принципы обеспечения устойчивости объектов экономики, прогнозирования развития событий и оценки последствий при техногенных чрезвычайных ситуациях и стихийных явлениях, в том числе в условиях противодействия терроризму как серьезной угрозе национальной безопасности России
3.2. Основные виды потенциальных опасностей и их последствия в профессиональной деятельности и быту, принципы снижения вероятности их реализации	- знает, называет основные виды потенциальных опасностей и их последствия в профессиональной деятельности и быту, принципы снижения вероятности их реализации
3.3. Основы военной службы и обороны государства.	- знает основы законодательства о военной службе
3.4. Задачи и основные мероприятия гражданской обороны.	- знает, понимает основные мероприятия ГО
3.5. Способы защиты населения от оружия массового поражения.	- знает, способы защиты населения от оружия массового поражения
3.6. Меры пожарной безопасности и правила безопасного поведения при пожарах	- знает меры пожарной безопасности и правила безопасного поведения при пожарах.
3.7. Организацию и порядок призыва граждан на военную службу и поступления на нее в добровольном порядке	- знает, понимает организацию и порядок призыва граждан на военную службу и поступления на нее в добровольном порядке
3.8. Основные виды вооружения, военной техники и специального снаряжения, состоящих на вооружении (оснащении)	- знает основные виды вооружения, военной техники и специального снаряжения, состоящие на вооружении

воинских подразделений, в которых имеются военно-учетные специальности, родственные профессиям СПО	(оснащении) воинских подразделений, в которых имеются военно-учетные специальности.
3.9. Область применения получаемых профессиональных знаний при исполнении обязанностей военной службы	- знает область применения получаемых профессиональных знаний при исполнении обязанностей военной службы.
3.10. Порядок и правила оказания первой помощи пострадавшим	- знает порядок и правила оказания первой помощи пострадавшим

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
Тема 1.1. Теоретические основы безопасности жизнедеятельности	У: 1 З: 2,3,4 ОК 01. ОК 02. ОК 04. ОК 05 ОК 06 ОК 07 ПК 1.9 ЛР 1-5, 9-20	Устный опрос, тестирование, практическая работа	У: 1,6,8,10 З: 2,3,7,10 ОК: 1, 2, 5.	3 семестр - дифференцированный зачет
Тема 2.1. Чрезвычайные ситуации мирного и военного времени	У: 1,2 З: 2,4,6 ОК 01. ОК 02. ОК 04. ОК 05 ОК 06 ОК 07 ПК 1.9 ЛР 1-5, 9-20	Устный опрос, тестирование, практическая работа		
Тема 2.2. Защита населения в чрезвычайных ситуациях	У: 3 З: 2,4,5 ОК 01. ОК 02. ОК 04. ОК 05 ОК 06 ОК 07 ПК 1.9 ЛР 1-5, 9-20	Устный опрос, практическая работа		

Тема 3.1. Организация и порядок призыва граждан на военную службу и поступления на неё в добровольном порядке	У: 1,3,4 З: 1 ОК 01. ОК 02. ОК 04. ОК 05 ОК 06 ОК 07 ПК 1.9 ЛР 1-5, 9-20	Устный опрос, практическая работа		
Тема 3.2. Структура, вооружение, военная техника и специальное снаряжение ВС РФ.	У: 3, 5,6,7,8 З: 3 ОК 01. ОК 02. ОК 04. ОК 05 ОК 06 ОК 07 ПК 1.9 ЛР 1-5, 9-20	Устный опрос, практическая работа		
Тема 3.3. Основы обеспечения безопасности военной службы	У: 10 З: 10 ОК 01. ОК 02. ОК 04. ОК 05 ОК 06 ОК 07 ПК 1.9 ЛР 1-5, 9-20	Устный опрос, практическая работа, контрольная работа		
Тема 3.4 Военно- медицинская подготовка	У: 10 З: 10 ОК 01. ОК 02. ОК 04. ОК 05 ОК 06 ОК 07 ПК 1.9 ЛР 1-5, 9-20	Устный опрос, практическая работа, контрольная работа		

3.1.1. Методы и критерии оценивания

1. Устный опрос. Критерии оценивания.

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

Отметка 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.

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

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

2. Тестовое задание. Критерии оценивания.

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

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

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

Отметка 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» - работа выполнена в полном объеме, с соблюдением алгоритма выполнения: последовательности проведения 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.

5. Контрольная работа. Критерии оценивания.

Оценка «5» - работа выполнена в полном объеме, нет ошибок (допускается 1-2 недочета).

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 (6 семестр)

1.Форма проведения: письменная.

2.Условия выполнения:

Инструкция для обучающихся.

Время выполнения: 45 минут

Оборудование учебного кабинета: посадочные места по числу обучающихся.

Технические средства обучения: мультимедийный комплекс; видеоматериалы.

Информационные источники:

- Безопасность жизнедеятельности Э.А. Арустамов Н.В. Косолапова, Н.А. Прокопенко, Г.В. Гуськов М.: Издательский центр «Академия», 2017
- Основы безопасности жизнедеятельности: Учебник для использования в учебном процессе образовательных учреждений СПО Косолапова В.М.: Академия, 2016
- Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие В. И. Бондин, Ю. Г. Семехин. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Ростов-на-Дону: Академцентр, 2015
- Безопасность жизнедеятельности: Учебник для бакалавров. Арустамов, Э.А.М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2015. — 448 с.
- Конституция Российской Федерации, 1993
- Гражданский кодекс РФ. Часть 1,1994
- Гражданский кодекс РФ. Часть 2, 1996
- Гражданский кодекс РФ. Часть 3, 2001
- Гражданский кодекс РФ. Часть 4,2006
- Безопасность жизнедеятельности С.В. Белова Высш. Шк. НМЦ СПО 2014
- Основы безопасности жизнедеятельности Хван Т.А, Хван П.А.Ростов н/Д «Феникс» 2015
- Основы безопасности жизнедеятельности Н.В. Косолапова, Н.А. Прокопенко Академия, 2015
- Безопасность жизнедеятельности практикум Н.В. Косолапова Н.А., М. : Издательский центр «Академия», 2015

6. Требования охраны труда: инструктаж по технике безопасности в аудитории.

3.Пакет материалов

3.1. Перечень тем, контролируемых в ходе промежуточной аттестации:

Тема 1 Чрезвычайные ситуации мирного времени

Тема 2 Чрезвычайные ситуации военного времени

Тема3 Устойчивость производств в условиях Чрезвычайной ситуации.

Тема 4 Основы военной службы.

Тема 5 Первая медицинская помощь в чрезвычайных ситуациях.

Оценка запланированных результатов по учебной дисциплине

Результаты обучения: умения, знания и общие компетенции	Показатели оценки результата
Уметь:	
У. 1. Организовывать и проводить мероприятия по защите работающих и населения от негативных воздействий чрезвычайных ситуаций.	- умеет планировать, анализировать, контролировать ход мероприятия - владеет приемами подачи информации -организовывает собственную
ОК 02. Использовать современные средства	деятельность, определяет методы решения

поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности; ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста; ПК 1.9	профессиональных задач, оценивает их эффективность и качество -осуществляет поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития - владеет приемами создания в кабинете предметно-развивающей среды
У. 6. Применять профессиональные знания в ходе исполнения обязанностей военной службы на воинских должностях в соответствии с полученной профессией.	- демонстрирует готовность применять профессиональные знания в ходе исполнения обязанностей военной службы на воинских должностях в соответствии с полученной профессией - умеет работать в коллективе и команде, взаимодействовать с руководством, коллегами и социальными партнерами - ориентируется в учебно-методических комплектах - разрабатывает учебно-методические материалы (планы)
У.7. Владеть способами бесконфликтного общения и саморегуляции в повседневной деятельности и экстремальных условиях военной службы.	- владеет способами бесконфликтного общения и саморегуляции в повседневной деятельности и экстремальных условиях военной службы - умеет работать в коллективе и команде, взаимодействовать с руководством, коллегами и социальными партнерами - определяет цели и задачи деятельности и общения
У 9 Выстраивать общение на основе российских духовно-нравственных ценностей. ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.	- умеет работать в коллективе и команде, взаимодействовать с руководством, коллегами и социальными партнерами - ориентируется в учебно-методических комплектах
У. 10. Оказывать первую помощь пострадавшим. ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.	-владеет приемами оказания первой помощи пострадавшим - оценивает риски и принимает решения в нестандартных ситуациях

Знать:	
3.1. Принципы обеспечения устойчивости объектов экономики, прогнозирования развития событий и оценки последствий при техногенных чрезвычайных ситуациях и стихийных явлениях, в том числе в условиях противодействия терроризму как серьезной угрозе национальной безопасности России	- знает, перечисляет принципы обеспечения устойчивости объектов экономики, прогнозирования развития событий и оценки последствий при техногенных чрезвычайных ситуациях и стихийных явлениях, в том числе в условиях противодействия терроризму как серьезной угрозе национальной безопасности России
3.2. Основные виды потенциальных опасностей и их последствия в профессиональной деятельности и быту, принципы снижения вероятности их реализации	- знает, называет основные виды потенциальных опасностей и их последствия в профессиональной деятельности и быту, принципы снижения вероятности их реализации
3.3. Основы военной службы и обороны государства.	- знает основы законодательства о военной службе
3.4. Задачи и основные мероприятия гражданской обороны.	- знает, понимает основные мероприятия ГО
3.5. Способы защиты населения от оружия массового поражения.	- знает, способы защиты населения от оружия массового поражения
3.6. Меры пожарной безопасности и правила безопасного поведения при пожарах	- знает меры пожарной безопасности и правила безопасного поведения при пожарах.
3.7. Организацию и порядок призыва граждан на военную службу и поступления на нее в добровольном порядке	- знает, понимает организацию и порядок призыва граждан на военную службу и поступления на нее в добровольном порядке
3.8. Основные виды вооружения, военной техники и специального снаряжения, состоящих на вооружении (оснащении) воинских подразделений, в которых имеются военно-учетные специальности, родственные профессиям СПО	- знает основные виды вооружения, военной техники и специального снаряжения, состоящие на вооружении (оснащении) воинских подразделений, в которых имеются военно-учетные специальности.
3.9. Область применения получаемых профессиональных знаний при исполнении обязанностей военной службы	- знает область применения получаемых профессиональных знаний при исполнении обязанностей военной службы.
3.10. Порядок и правила оказания первой помощи пострадавшим	- знает порядок и правила оказания первой помощи пострадавшим

Примерный КИМ по дифференцированному зачёту

Часть А

1. Что такое личная гигиена?

- а) перечень правил для предотвращения инфекционных заболеваний
- б) совокупность гигиенических правил, выполнение которых способствует

сохранению и укреплению здоровья

- в) правила ухода за телом, кожей, зубами
- г) выполнение медицинских мероприятий по профилактике заболеваний

2. Что такое здоровый образ жизни?

- а) перечень мероприятий, направленных на сохранение и укрепление здоровья
- б) лечебно-физкультурный оздоровительный комплекс
- в) индивидуальная система поведения, направленная на сохранение и укрепление здоровья
- г) регулярные занятия физкультурой

3. Что такое режим дня?

- а) порядок выполнения повседневных дел
- б) установленный распорядок жизни человека, включающий в себя труд, питание, отдых и сон
- в) перечень повседневных дел, распределенных по времени выполнения
- г) строгое соблюдение определенных правил

4. Что такое рациональное питание?

- а) питание, распределенное по времени принятия пищи
- б) питание с учетом потребностей организма
- в) питание определенным набором продуктов питания
- г) питание с определенным соотношением питательных веществ

5. Как действовать по сигналу “Внимание всем!”?

- а) надеть средства защиты и покинуть помещение
- б) включить радио, телевизор и прослушать информацию
- в) быстро направиться в укрытие

6. Что такое чрезвычайная ситуация?

- а) особо сложное социальное явление
- б) определенное состояние окружающей природной среды
- в) обстановка на определенной территории, которая может повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью, значительные материальные потери и нарушения условий жизнедеятельности

7. Чем характеризуется каждая ЧС?

- а) химической сущностью
- б) физической сущностью
- в) своими, только ей присущими причинами возникновения
- г) особенностями воздействия на человека и среду обитания

8. Какими путями отравляющие вещества (ОВ) проникают в организм человека:

- а) в результате вдыхания заражённого воздуха, попадания ОВ в глаза, на кожу или при употреблении заражённой пищи и воды
- б) в результате их попадания на одежду, обувь и головные уборы
- в) в результате их попадания на средства защиты кожи и органов дыхания

9. Ядерное оружие - это:

- а) высокоточное наступательное оружие, основанное на использовании ионизирующего излучения при взрыве ядерного заряда в воздухе, на земле (на воде) или под землёй (под водой)
- б) оружие массового поражения, основанное на использовании светового излучения

за счёт возникающего при взрыве большого потока лучистой энергии, состоящего из ультрафиолетовых, видимых и инфракрасных лучей

в) оружие массового поражения взрывного действия, основанное на использовании внутриядерной энергии

10. Наибольшую опасность радиоактивные вещества представляют:

- а) в первые часы после выпадения
- б) в первые сутки после выпадения
- в) в течении трёх суток после выпадения

11. Каковы признаки поверхностного венозного кровотечения?

- а) кровь спокойно вытекает из раны
- б) кровь фонтанирует из раны
- в) кровь ярко-красного цвета
- г) кровь тёмно-красного цвета
- д) слабость

12. Каким образом наложить жгут при артериальном кровотечении?

- а) прижать пальцем артерию ниже кровотечения
- б) прижать пальцем артерию выше кровотечения, на 3-5 см выше раны наложить вокруг конечности на чистую мягкую ткань
- в) плотно приложить жгут к конечности и сделать необходимое количество оборотов, а также прикрепить к жгуту записку с указанием даты и точного времени наложения
- г) доставить пострадавшего с наложенным жгутом в медицинское учреждение
- д) на 3-5 см ниже раны наложить вокруг конечности чистую ткань

13. Как правильно наложить давящую повязку?

- а) обработать края раны перекисью водорода или марганцовкой
- б) обработать края раны вазелином или кремом
- в) прикрыть рану стерильной салфеткой, а на неё положить сложенный в несколько раз бинт
- г) наложить повязку

14. Укажите признаки внутреннего кровотечения?

- а) порозовение кожи в области повреждения
- в) посинение кожи в области повреждения
- в) учащённый слабый пульс и частое дыхание
- г) кашель с кровянистыми выделениями
- д) повышение артериального давления
- е) чувство неутолимого голода

Часть В

15. Укажите общий алгоритм действий населения в случаях угрозы возникновения: затопления, землетрясения, цунами.

16. Выскажите мнение, какой вид первой доврачебной помощи оказывается пострадавшему. Объясните правильны ли действия, оказывающего помощь или нет?



Часть С

17. При ответе преподавателю по теме «Гражданская оборона» студент указал основные элементы гражданской обороны в РФ:

1. подготовка населения в области гражданской обороны;
2. оповещение населения об опасностях, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера;
3. эвакуация населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы;
4. предоставление населению средств индивидуальной и коллективной защиты.

Задание: 1) дайте оценку правильности ответа студента; 2) какие бы два элемента гражданской обороны в РФ дополнительно вы бы добавили к ответу студента? Свой ответ обоснуйте.

18. Перед вами ситуационная задача: «Екатерина Степановна, женщина 23 лет. Не работает, студентка второго курса колледжа. Стаж курения девять лет, выкуривает по две пачки сигарет в день. Вышла замуж три года назад. Находится на третьем месяце беременности. Бросить курить отказывается. Муж не вмешивается, так как сам курит с 13 лет. Екатерина Степановна встала на учет в женской консультации по беременности. Не понимает, какой вред наносит своему еще не родившемуся ребенку. Оба супруга курят дома, на кухне».

Инструкция: 1. Объясните, какие факторы риска могут оказать отрицательное влияние на репродуктивное здоровье супругов. 2. Составьте памятку для супругов «О вреде табакокурения при беременности».

4.Эталоны ответов обучающихся.

Часть А

1Б, 2В, 3Б, 4Б, 5Б, 6В, 7Г, 8А, 9В, 10А, 11А, 12Б, 13В, 14В

Часть В

15. Общий алгоритм действий: «Сохраняйте спокойствие, не паникуйте. Быстро соберите необходимые документы, ценности, лекарства, продукты и прочие необходимые вещи.

Окажите помощь детям, инвалидам и людям преклонного возраста. Они подлежат эвакуации в первую очередь. Перед выходом из дома отключите электро - и газоснабжение, погасите огонь в печах. Закройте окна и двери, если есть время - закройте окна и двери первого этажа досками (щитами). Покиньте помещения. Проверьте, нет ли вблизи пострадавших, окажите им, по возможности, помощь».

16. Остановка артериального кровотечения. Действия человека, оказывающего помощь правильные, жгут накладывается в правильном порядке и не на оголённый участок конечности.

Часть С

17. Ответ правильный. Дополнительные элементы. Первоочередное обеспечение населения, пострадавшего при ведении военных действий или вследствие этих действий, в том числе медицинское обслуживание, срочное предоставление жилья. Обнаружение и обозначение районов, подвергшихся радиоактивному, химическому, биологическому и иному заражению. Обеззараживание населения, техники, зданий, территорий. Данные задачи ГО отвечают в полной мере обязанностям данной организации. Обучающийся может привести любые два элемента, соответствующие по теме вопроса.

18. Курение вредит и матери, и плоду во время беременности. Наиболее частое последствие курения матери во время беременности для плода – это: малый вес ребенка при рождении: чем больше курит женщина во время беременности, тем меньше будет вес ребенка. У курящих женщин также более вероятны плацентарные осложнения, преждевременный разрыв плодных оболочек, преждевременные роды и послеродовые инфекционные поражения. Врожденные пороки развития сердца, головного мозга и лица более распространены у новорожденных, рождающихся у курящих беременных, чем у некурящих. Курение матери увеличивает риск синдрома внезапной смерти младенцев. Доказано, что вдыхание табачного дыма независимо от содержания никотина приводит к выраженной гипоксии (снижение поступления кислорода) плода. Среди курящих женщин частота преждевременных родов составила 22%, в то время как у некурящих этот показатель равнялся 4,5%. Особенно высоки показатели мертворождаемости в семьях, где курят и мать, и отец. Считается, что выкуривание женщиной даже 4 сигарет в день представляет серьезную опасность для возникновения преждевременных родов, которая удваивается при выкуривании 5-10 сигарет в день. Даже если Вам удастся избежать этих тяжелых последствий, Ваш ребенок будет часто болеть, не исключена возможность развития заболеваний органов дыхания, в том числе бронхиальной астмой.

5. Критерии оценки ответов обучающихся.

Оценка «5» - выполнено 75 % заданий части А + 50 % заданий части Б + 50 % заданий части В

Оценка «4» - выполнено 75 % заданий части А + 50 % заданий части Б

Оценка «3» - выполнено 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

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
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

*ПМ.01. Подготовительно-сварочные работы и контроль качества сварных швов
после сварки*

подготовки квалифицированных рабочих, служащих

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

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 подготовительно - сборочные работы и контроль качества сварных швов после сварки.

Разработчики:

Организация-разработчик: КГА ПОУ «ДИТК»

Разработчики:

Гаврикова Елена Юрьевна, преподаватель

ОДОБРЕН

цикловой методической комиссией

Протокол № 1

от «3» сентября 2022 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 подготовительно – сварочные работы и контроль качества сварных швов после 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:

31 основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения);

32 необходимость проведения подогрева при сварке;

33 классификацию и общие представления о методах и способах сварки;

34 основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах;

35 влияние основных параметров режима и пространственного положения при сварке на формирование сварного шва;

36 основные типы, конструктивные элементы, разделки кромок;

37 основы технологии сварочного производства; - виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки;

38 основные правила чтения технологической документации; - типы дефектов сварного шва; - методы неразрушающего контроля;

39 причины возникновения и меры предупреждения видимых дефектов;

310 способы устранения дефектов сварных швов; - правила подготовки кромок изделий под сварку;

311 устройство вспомогательного оборудования, назначение, правила его эксплуатации и область применения;

312 правила сборки элементов конструкции под сварку;

313 порядок проведения работ по предварительному, сопутствующему (межслойному) подогреву металла;

314 устройство сварочного оборудования, назначение, правила его эксплуатации и область применения;

315 правила технической эксплуатации электроустановок;

316 классификацию сварочного оборудования и материалов; - основные принципы работы источников питания для сварки;

317 правила хранения и транспортировки сварочных материалов.

Обучающийся должен уметь:

У1 использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки;

У2 проверять работоспособность и исправность оборудования поста для сварки;

У3 использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку;

У4 выполнять предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрев металла в соответствии с требованиями производственно-технологической документации по сварке;

У5 применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку;

У6 подготавливать сварочные материалы к сварке;

У7 зачищать швы после сварки;

У8 пользоваться производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения трудовых функций;

Обучающийся должен иметь практический опыт:

-выполнения типовых слесарных операций, применяемых при подготовке деталей перед сваркой;

-выполнения сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку с применением сборочных приспособлений;

-выполнения сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку на прихватках;

-эксплуатирования оборудования для сварки;

-выполнения предварительного, сопутствующего (межслойного) подогрева свариваемых кромок;

-выполнения зачистки швов после сварки;

-использования измерительного инструмента для контроля геометрических размеров сварного шва;

-определения причин дефектов сварочных швов и соединений;

-предупреждения и устранения различных видов дефектов в сварных швах.

Личностные результаты с учетом особенностей учебной дисциплины:

ЛР1	- осознающий себя гражданином и защитником великой страны
ЛР2	- проявляющий активную гражданскую позицию, демонстрирующий приверженность принципам честности, порядочности, открытости. Экономически активный и участвующий в студенческом и территориальном самоуправлении, в том числе на условиях добровольчества, продуктивно взаимодействующие и участвующие в деятельности общественных организаций. Готовый использовать свой личный и профессиональный потенциал для защиты национальных интересов России
ЛР 3	- демонстрирующий приверженность к родной культуре, исторической памяти на основе любви к Родине, родному народу, малой родине, принятию традиционных ценностей многонационального народа России. Лояльный к установкам и проявлениям представителей субкультур, отличающий их от групп с деструктивным поведением. Демонстрирующий неприятие и предупреждающий социально опасное поведение окружающих
ЛР 4	- принимающий семейные ценности своего народа, готовый к созданию семьи и воспитанию детей; демонстрирующий неприятие насилия в семье, ухода от родительской ответственности, отказа от отношений со своими детьми и их финансового содержания
ЛР 5	- занимающий активную гражданскую позицию избирателя, волонтера, общественного деятеля
ЛР 6	- принимающий цели и задачи научно-технологического, экономического, информационного развития России, готовый работать на их достижение.

	Стремящийся к формированию в сетевой среде личностного и профессионального, конструктивного «цифрового следа».
ЛР 7	- готовый соответствовать ожиданиям работодателей: проектно мыслящий, эффективно взаимодействующий с членами команды и сотрудничающий с другими людьми, осознанно выполняющий профессиональные требования, ответственный, пунктуальный, дисциплинированный, трудолюбивый, критически мыслящий, нацеленный на достижение поставленных целей; демонстрирующий профессиональную жизнестойкость
ЛР 8	ЛР 8. Проявляющий и демонстрирующий уважение к представителям различных этнокультурных, социальных, конфессиональных и иных групп. Сопричастный к сохранению, преумножению и трансляции культурных традиций и ценностей многонационального российского государства
ЛР 9	ЛР 9. Уважающий этнокультурные, религиозные права человека, в том числе с особенностями развития; ценящий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.
ЛР 10	ЛР 10. Принимающий активное участие в социально значимых мероприятиях, соблюдающий нормы правопорядка, следующий идеалам гражданского общества, обеспечения безопасности, прав и свобод граждан России; готовый оказать поддержку нуждающимся. Соблюдающий и пропагандирующий правила здорового и безопасного образа жизни, спорта; предупреждающий либо преодолевающий зависимости от алкоголя, табака, психоактивных веществ, азартных игр и т.д.
ЛР 11	- лояльный к установкам и проявлениям представителей субкультур, отличающий их от групп с деструктивным и девиантным поведением
ЛР 12	- осознающий приоритетную ценность личности человека; уважающий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности
Л 13	- умение реализовывать личностные качества в производственном процессе
ЛР 14	- стрессоустойчивость, коммуникабельность
ЛР 15	- опыт научно-исследовательской деятельности
ЛР 16	- открытый к текущим и перспективным изменениям в мире труда, демонстрирующий навыки самообразования и саморазвития
ЛР17	- инновационность мышления в реализации производственных задач
ЛР 18	- выполнение социальных норм и правил, внутреннего распорядка колледжа и предприятия; выполнение социальных норм и правил, внутреннего распорядка колледжа и предприятия
Л 19	- профессиональная идентичность и ответственность.
Л 20	- самооценка и рефлексия результатов своей деятельности и развития

Формируемые ОК:

Код	Наименование общих компетенций
ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем
ОК 3.	Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.
ОК 4.	Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.
ОК 5.	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 6.	Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством.

Формируемые ПК:

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ВД 1	Проведение подготовительных, сборочных операций перед сваркой, зачистка и контроль сварных швов после сварки
ПК 1.1.	Читать чертежи средней сложности и сложных сварных металлоконструкций.
ПК 1.2.	Использовать конструкторскую, нормативно-техническую и производственно-технологическую документацию по сварке.
ПК 1.3.	Проверять оснащенность, работоспособность, исправность и осуществлять настройку оборудования поста для различных способов сварки.

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)
МДК.01.01 «Основы технологии сварки и сварочное оборудование»	
У1-Использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки;	Перечисляет классификацию сварочного оборудования. Объясняет устройство сварочного оборудования, назначение, правила его эксплуатации и область применения.

У2 - Использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки. У3 - Использовать измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке. У4 - Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.	Перечисляет основные принципы работы 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. Использует ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки. Использует измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке. Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.
31 - Основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения. 32 - Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах. 33 - Устройство сварочного и вспомогательного оборудования, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения. 34 - Правила технической эксплуатации электроустановок. 35 - Классификацию сварочного оборудования и материалов; - основные принципы работы источников питания для сварки	Основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения. Основные типы конструктивных элементов и размеры сварных соединений, основные обозначения на чертежах. Устройство сварочного и вспомогательного оборудования, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения. Правила технической эксплуатации электроустановок. Классификацию сварочного оборудования и материалов; - основные принципы работы источников питания для сварки
ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к	Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях.

ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем. ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы. ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач. ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.	Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участствует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
ПК 1.1 - Читать чертежи средней сложности и сложных сварных металлоконструкций. ПК 1.2- Использовать конструкторскую, нормативно-техническую и производственно-технологическую документацию по сварке. ПК 1.3- Проверять оснащенность, работоспособность, исправность и осуществлять настройку оборудования поста для различных способов сварки	Чтение рабочих чертежей средней сложности и сложных сварных металлоконструкций. Выполнение учебно-производственных заданий в соответствии в соответствии конструкторской, нормативно-технической и производственно-технологической документации. Подготавливание оборудования сварочных постов для ручной дуговой сварки покрытыми электродами и газовой сварки - установка сварочной аппаратуры и подсоединение ее - регулировка режимов
МДК.01.02 «Технология производства сварных конструкций»	
У1-Использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки; У2 - Использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов	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.

после сварки. У3 - Использовать измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке. У4 - Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.	Осуществляет организацию сварочного поста. Устанавливает работоспособность и исправность оборудования поста для сварки. Объясняет эксплуатацию оборудования для сварки. Использует ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки. Использует измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке. Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.
31 - Основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения. 32 - Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах. 33 - Устройство сварочного и вспомогательного оборудования, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения. 34 - Правила технической эксплуатации электроустановок. 35 - Классификацию сварочного оборудования и материалов; - основные принципы работы источников питания для сварки. 36 Классификацию сварочного оборудования и материалов; - основные принципы работы источников питания для сварки	понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения. Основные типы конструктивных элементов и размеры сварных соединений, основные обозначения на чертежах. Устройство сварочного и вспомогательного оборудования, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения. Правила технической эксплуатации электроустановок. Классификацию сварочного оборудования и материалов; - основные принципы работы источников питания для сварки Классификацию сварочного оборудования и материалов; - основные принципы работы источников питания для сварки
ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес	Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем. ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы. ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач. ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности. ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством.	Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участствует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
ПК 1.1 - Читать чертежи средней сложности и сложных сварных металлоконструкций. ПК 1.2- Использовать конструкторскую, нормативно-техническую и производственно-технологическую документацию по сварке. ПК 1.5- Выполнять сборку и подготовку элементов конструкции под сварку.	Чтение рабочих чертежей средней сложности и сложных сварных металлоконструкций. Выполнение учебно-производственных заданий в соответствии в соответствии конструкторской, нормативно-технической и производственно-технологической документации. Перечисляет слесарные операции, выполняемые при подготовке металла к сварке: разметка, резка, рубка, гибка и правка металла. Излагает правила подготовки кромок изделий под сварку. Называет виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки. Объясняет правила сборки элементов конструкции под сварку. Описывает виды и назначение ручного и механизированного инструмента для подготовки элементов конструкции под сварку. Проводит подготовку металла к сварке в

ПК 1.6 - Проводить контроль подготовки и сборки элементов конструкции под сварку	соответствии с ГОСТами. Разрабатывает последовательность сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку с применением сборочных приспособлений Разрабатывает последовательность сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку на прихватках. Анализирует использование ручного и механизированного инструмента для подготовки элементов конструкции Формулирует правила сборки элементов конструкции под сварку. Объясняет этапы проверки качества подготовки элементов конструкции под сварку. Перечисляет этапы контроля качества сборки элементов конструкции под сварку. Проводит контроль качества сборки элементов конструкции под сварку, в соответствии с производственно-технологической и нормативной документацией.
МДК.01.03 «Подготовительные и сборочные операции перед сваркой»	
У1-Использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки; У2 -Использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки. У3 - Выполнять предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрев металла в соответствии с требованиями производственно-технологической документации по сварке У4 - Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.	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. Устанавливает работоспособность и исправность оборудования поста для сварки. Объясняет эксплуатацию оборудования для сварки. Использует ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки.

У5 -Подготавливать сварочные материалы к сварке. У6 - Зачищать швы после сварки. У4 - Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.	Использует оборудование для сопутствующего (межслойного) подогрева при сварке деталей, в соответствии с требованиями производственно – технологической документации. Выбор материала, заготовок под сварку. Сборочно – сварочные приспособления. Сборка узла, конструкции в целом с последующей сваркой Применяет сварочную проволоку. Виды электродных покрытий. Флюсы для дуговой сварки. Правильно выбирает материалы под сварку. Применяет шлифовальные машины: виды, устройства, правила эксплуатации Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.
31- Основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения. 32 - Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах. 33- Влияние основных параметров режима и пространственного положения при сварке на формирование сварного шва. 34 Основные типы, конструктивные элементы, разделки кромок. 35 Устройство вспомогательного оборудования, назначение, правила его эксплуатации и область применения 36 - Правила сборки элементов конструкции под сварку. 37 - Порядок проведения работ по предварительному, сопутствующему (межслойному) подогреву металла. 38 - Классификацию сварочного оборудования и материалов; - основные принципы работы источников питания для сварки.	Основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения. Основные типы конструктивных элементов и размеры сварных соединений, основные обозначения на чертежах. Режимы сварки. Сварка в различных пространственных положениях. Выбор диаметра электрода, силы сварочного тока Геометрические характеристики формы подготовки кромок под сварку. Трансформаторы: устройство, принцип действия. Выпрямители: устройство, принцип действия. Инверторы: устройство, принцип действия. Вспомогательные устройства для сварки. Сборочно-сварочные приспособления. Сборка узла, конструкции в целом с последующей сваркой. Порядок проведения работ по предварительному, сопутствующему (межслойному) подогреву металла. Общие сведения об источниках питания. Классификацию и обозначение источников питания. Внешнюю вольт – амперную

39 - Правила хранения и транспортировки сварочных материалов.	характеристику и режим работы источников питания. Электроды и другие сварочные материалы.
ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем. ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы. ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач. ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности. ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством.	Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участствует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
ПК 1.4 - Подготавливать и проверять сварочные материалы для различных способов сварки. ПК 1.5- Выполнять сборку и подготовку элементов конструкции под сварку.	Выполнение подготовки и проверки сварочных материалов для осваиваемой профессии Перечисляет слесарные операции, выполняемые при подготовке металла к сварке: разметка, резка, рубка, гибка и правка металла. Излагает правила подготовки кромок изделий под сварку. Называет виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки. Объясняет правила сборки элементов конструкции под сварку. Описывает виды и назначение ручного и механизированного инструмента для подготовки элементов конструкции под сварку. Проводит подготовку металла к сварке в

ПК 1.6- Проводить контроль подготовки и сборки элементов конструкции под сварку ПК 1.7 Выполнять предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрева металла.	соответствии с ГОСТами. Разрабатывает последовательность сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку с применением сборочных приспособлений Разрабатывает последовательность сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку на прихватках. Анализирует использование ручного и механизированного инструмента для подготовки элементов конструкции Формулирует правила сборки элементов конструкции под сварку. Объясняет этапы проверки качества подготовки элементов конструкции под сварку. Перечисляет этапы контроля качества сборки элементов конструкции под сварку. Проводит контроль качества сборки элементов конструкции под сварку, в соответствии с производственно-технологической и нормативной документацией. Определение необходимости, выбор вида, установление режима и выполнение подогрева свариваемых деталей
МДК.01.04 «Контроль качества сварных соединений»	
У1-Использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки;	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. Устанавливает работоспособность и исправность оборудования поста для сварки. Объясняет эксплуатацию оборудования для сварки. Применяет шлифовальные машины: виды, устройства, правила эксплуатации

У2 - Зачищать швы после сварки. У3 - Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.	Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.
31- Основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения. 32 - Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах. 33 - Типы дефектов сварного шва. 34 Методы неразрушающего контроля 35 Причины возникновения и меры предупреждения видимых дефектов 36 - Способы устранения дефектов сварных швов.	Основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения. Основные типы конструктивных элементов и размеры сварных соединений, основные обозначения на чертежах. Дефекты сварных швов. Контроль качества сварных соединений. Причины появления Способы устранения
ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем. ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы. ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач. ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности. ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством.	Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участствует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
ПК 1.6- Проводить контроль подготовки и сборки элементов конструкции под сварку	Формулирует правила сборки элементов конструкции под сварку. Объясняет этапы проверки качества подготовки элементов конструкции под сварку.

ПК 1. 8 Зачищать и удалять поверхностные дефекты сварных швов после сварки. ПК 1.9 Проводить контроль сварных соединений на соответствие геометрическим размерам, требуемым конструкторской и производственно-технологической документации по сварке	Перечисляет этапы контроля качества сборки элементов конструкции под сварку. Проводит контроль качества сборки элементов конструкции под сварку, в соответствии с производственно-технологической и нормативной документацией. Выполняет и объясняет технология зачистки швов после сварки и удаление дефектов в соответствии с ГОСТ, ОСТ, ТУ и требованиями охраны труда. Перечисляет измерительный инструмент для контроля геометрических размеров сварного шва. Определяет причины появления дефектов сварных швов и соединений. Анализирует причины возникновения дефектов сварных швов и соединений. Объясняет способы предупреждения и устранения различных видов дефектов в сварных швах. Проводит методы неразрушающего контроля.

5.КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

1.Форма проведения: устная в форме билетов.

2.Условия выполнения

Время выполнения задания: 90 мин.

Оборудование учебного кабинета: посадочные места обучающихся.

Информационные источники: отсутствуют.

Требования охраны труда: в соответствии с требованиями СНиП.

1.Пакет материалов для проведения экзамена по ПМ

1.Перечень тем, контролируемых в ходе проведения экзамена по ПМ.

1. Основы технологии сварки
2. Электрическая сварочная дуга
3. Источники питания сварочной дуги
4. Технологичность сварных конструкций
5. Технология изготовления балок и рам
6. Технология изготовления решетчатых конструкций
7. Технология изготовления конструкций оболочкового типа
8. Изготовление сварных труб.
9. Подготовительные операции перед сваркой
10. Сборка конструкций под сварку
11. Правила наложения прихваток

12. Характеристика сварочных дефектов.
13. Строение сварочного шва
14. Методы контроля качества сварных соединений
15. Методы испытаний 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, приемы 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.

4. 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).

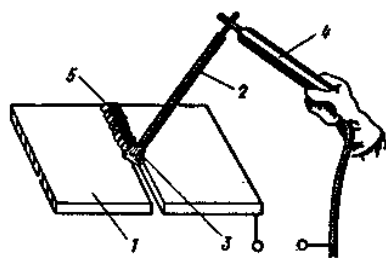


Рис.1. Ручная дуговая сварка покрытыми электродами: 1 – свариваемые детали; 2 – покрытый электрод; 3 – дуга; 4 – электрододержатель; 5 – шов

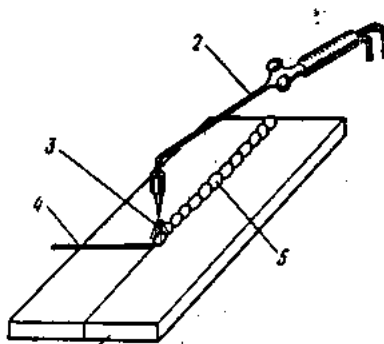


Рис.2. Газовая сварка: 1 – свариваемые детали; 2 – горелка; 3 – пламя сжигаемых газов; 4 – присадочная проволока; 5 – шов.

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).

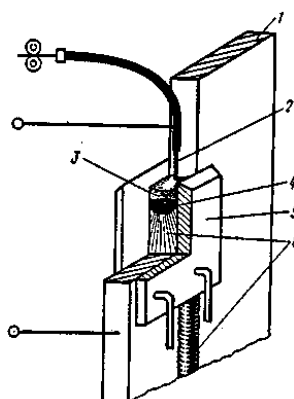


Рис.3. Электрошлаковая сварка:

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);

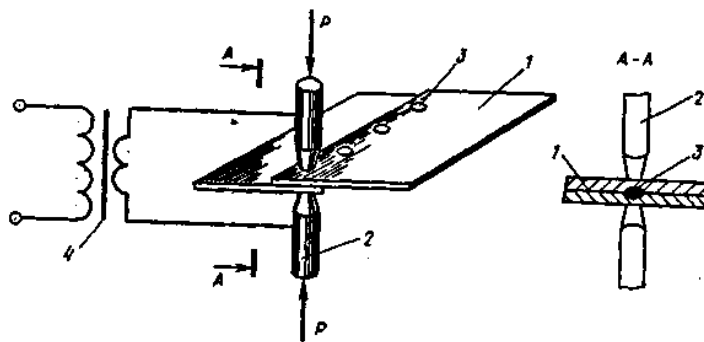


Рис. 4. Контактная точечная сварка 1 – свариваемые детали; 2 – электроды точечной сварочной машины; 3 – сварная точка; 4 – трансформатор

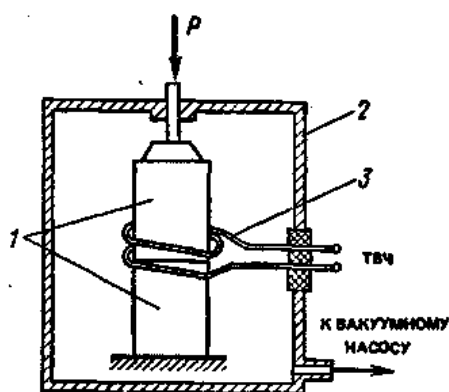


Рис. 5. Диффузионная сварка:

1 – свариваемые детали; 2 – вакуумная камера; 3 – индуктор для нагрева стыка деталей теплотой дуги (дугопрессовая сварка); теплотой, выделяемой при прохождении индукционного тока (индукции инопессовая 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 трение– сварка давлением, при которой нагрев осуществляется трением, вызываемым вращением свариваемых частей друг относительно друга (рис. 8).

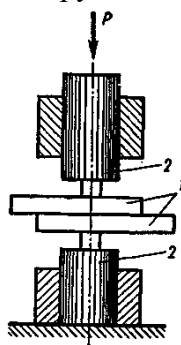


Рис.6.Холодная сварка:

1 – свариваемые детали; 2 – пуансоны

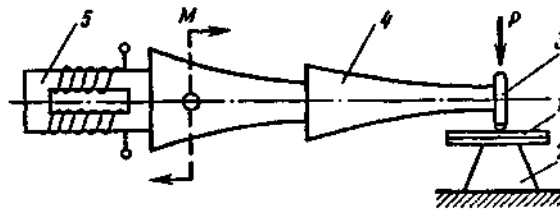


Рис.7. Ультразвуковая сварка: 1 – свариваемые детали; 2 – опора; 3 – наконечник; 4 – волновод; 5 – магнитострикционный преобразователь



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, низколегированные, 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 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. Применяет 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

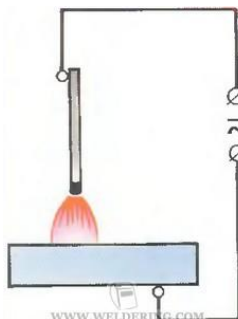
Разновидности дуги отличаются схемой подвода сварочного тока и средой, в которой они возникают, наиболее распространенными вариантами являются:

- 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:

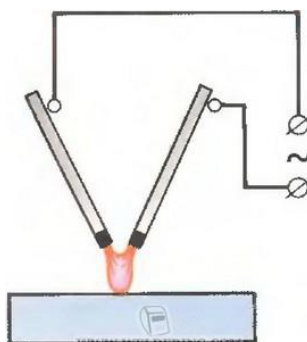
Прямого действия– это дуговой разряд, который происходит между электродом и деталью (изделием);



Дуговой разряд между электродом и изделием используется:

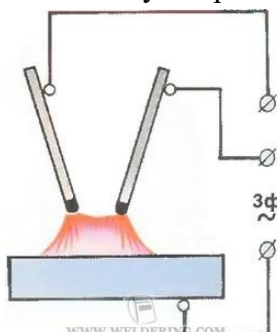
- при дуговой сварке покрытыми электродами
- при сварке неплавящимся электродом в защитных газах
- при сварке плавящимся электродом под флюсом или в защитных газах

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.

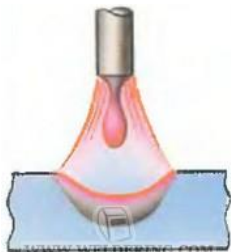


Два дуговых разряда между электродами и изделием, а третий - между электродами используется:

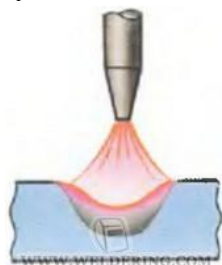
- при сварке спиралешовных труб на станках автоматической сварки под флюсом

2. По виду применяемого электрода

Дуга с плавящимся электродом



Дуга с неплавящимся электродом

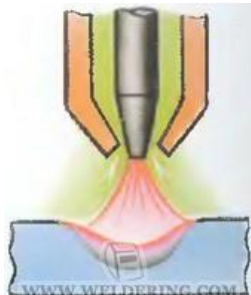


3. По степени сжатия

Свободная дуга

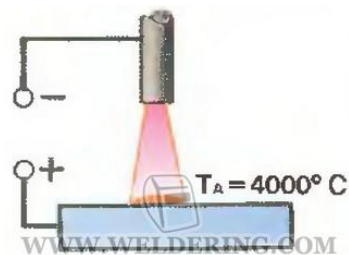


Сжатая дуга

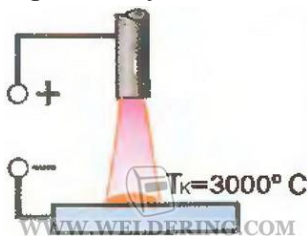


4. По полярности постоянного тока

Прямая дуга

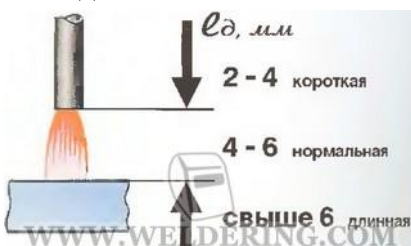


Обратная дуга



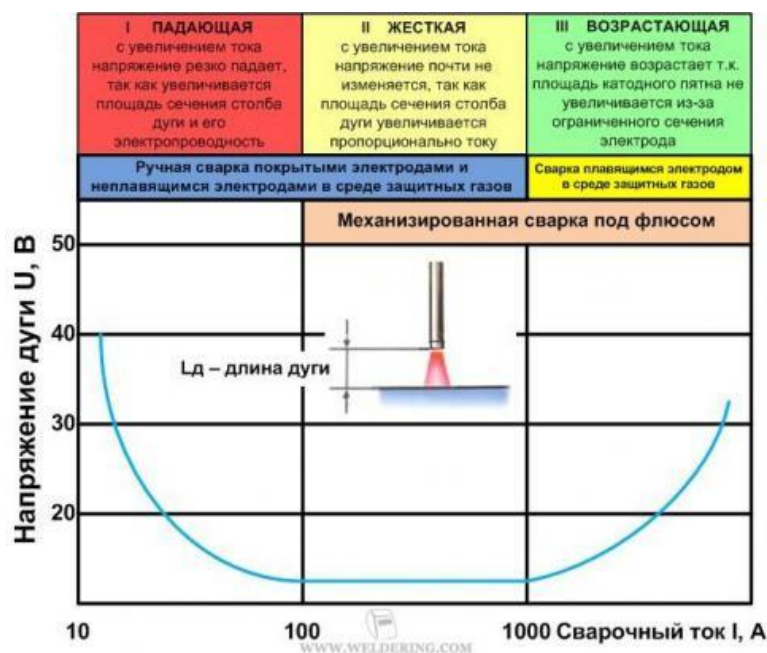
При обратной полярности температура на поверхности металла ниже. Используют при сварке тонкой или высоколегированной стали

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.



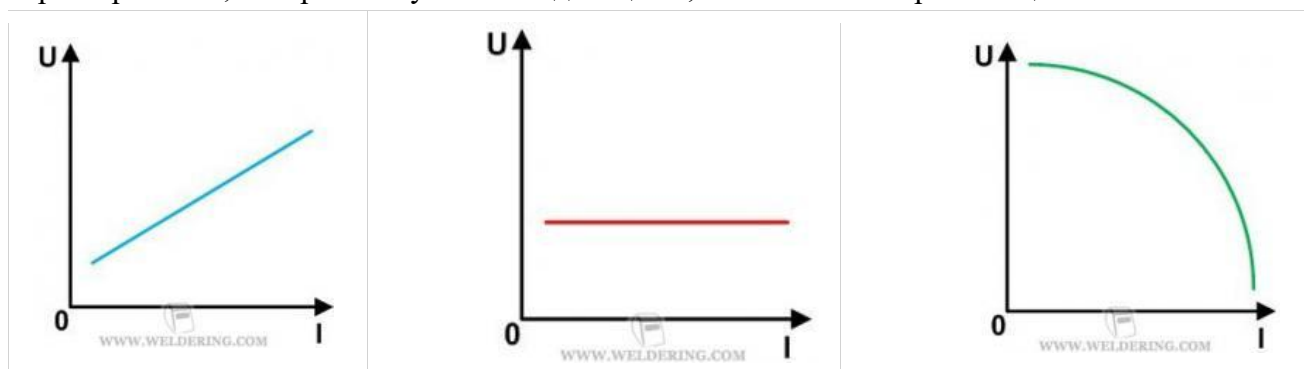
Характеристика имеет три области

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.



возрастающая

жесткая

падающая

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.

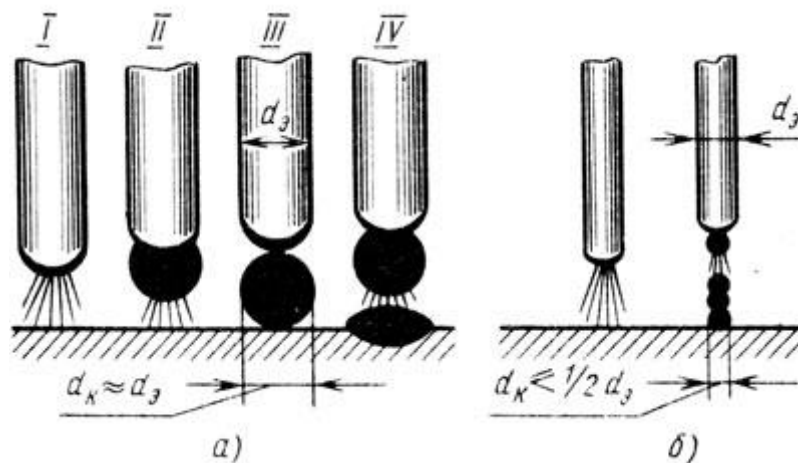


Рис. 1. Процесс переноса электродного металла на изделие при короткой дуге: а - крупнокапельный, б - струйный; I - IV - последовательные этапы процесса, d_k - диаметр капли, d_3 - диаметр электрода

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 каплей 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 ремонтопригодность;
- 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, штампованные);
- 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 косой изгиб или на кручение).

Балки являются наиболее распространенными элементами конструкций.

По статической схеме различают:

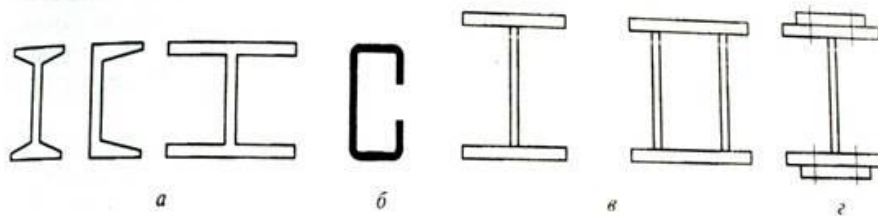
1. однопролетные (разрезные);
2. многопролетные (неразрезные);
3. консольные балки.

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:

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.

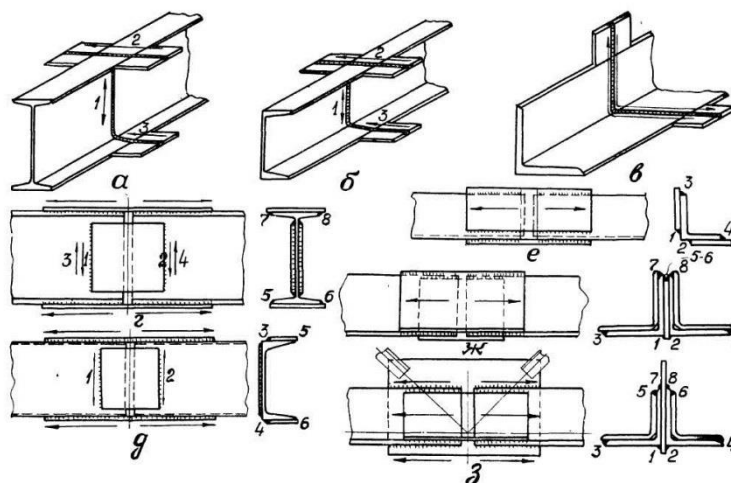
При сварке стальных листов возможны и другие дефекты:

- 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.

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.

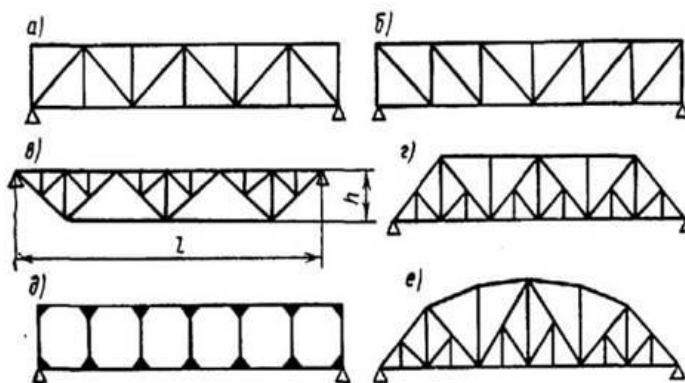


Рис 1 Схемы решеток а) – треугольная; б) – раскосная; в), г) – шпренгельная; д) – безраскосная; е) – с ломанным поясом

13. 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.

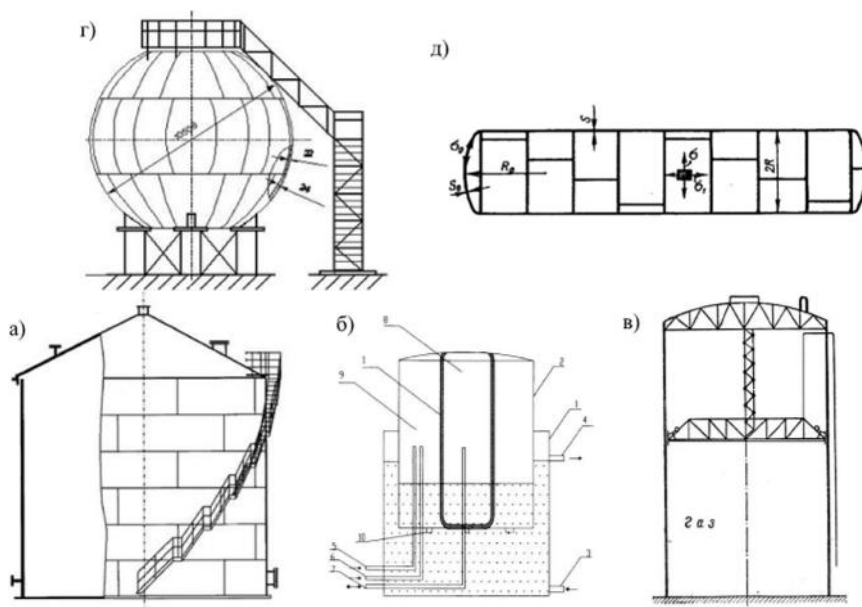


Рис. 1. Примеры негабаритных емкостей:

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.

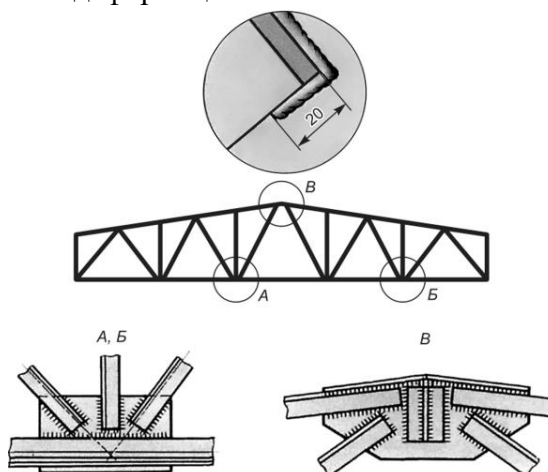


Рис. 1 Сварка фермы и ее узлов А, Б, В

Последовательность выполнения продольных швов показана на рис. 2.

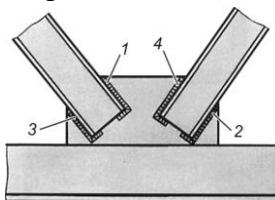


Рис. 2. Последовательность выполнения продольных швов

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.

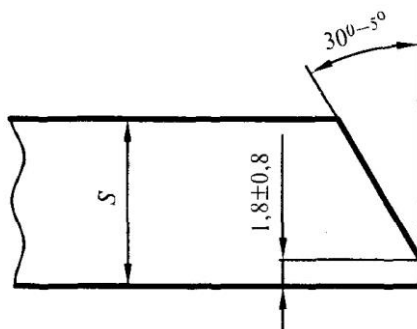
Кроме того, следует проследить за тем, чтобы торец имел правильную конфигурацию. Угол раскрытия кромки должен быть равным 65° , показатель притупления – 2 мм. Получить нужные параметры можно за счет дополнительной обработки.

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 зафазнений;
- 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 равномерен 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 аргонодуговой и электродуговой сварке 12-18 мм.

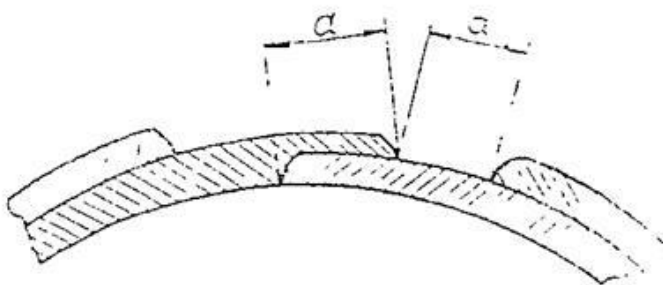


Рис. 1.Схема наложения замков шва

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

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 торцов, 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 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 раскалённого 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).

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;
- 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 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 трубки, 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 трубок 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 трубок разной конфигурации, поскольку в его работе этот инструмент является незаменимым.

Зажимы по сравнению со трубками 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 пройдет 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 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 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.

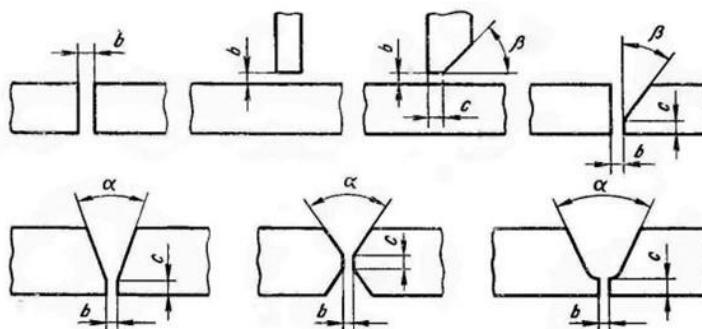
- Притупление. Маркируется буквой "С". Обозначение величины угла кромки, которая не подвергалась обработке. Она может иметь как прямой угол, так и острый. В последнем случае процесс сваривания заготовок будет затруднен. В тонкой части стыка не исключаются прожоги металла. Чтобы исправить ситуацию специалисты прибегают к так называемому затуплению кромок. Глубина обработки может достигать двух миллиметров.

- Зазор. Обозначается через символ "b". Информировать 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 "b" соответственно.

- Катет шва. Условное обозначение выражается через литеру "K". 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

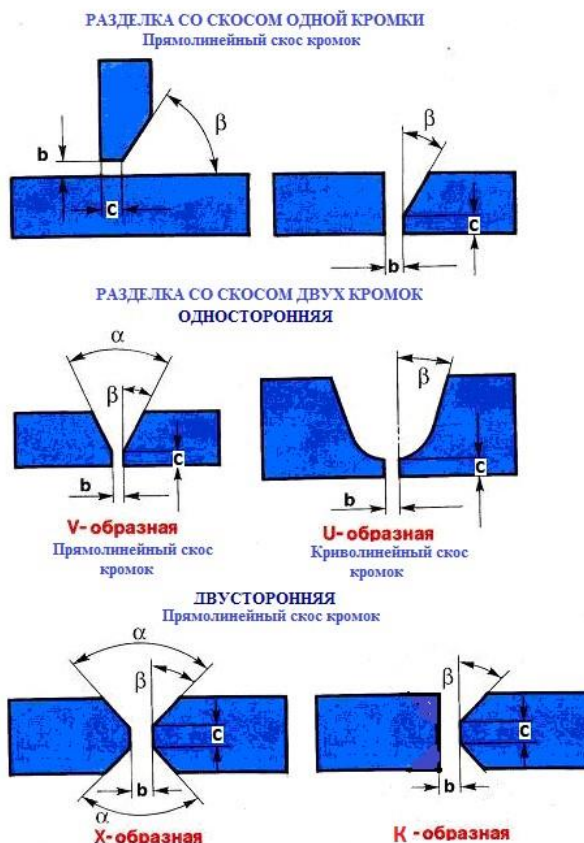
Тоже востребованный вариант подготовки кромок. Скосы делаются с обеих сторон. Отлично подходит для подготовки деталей с толщиной стенки от 12 до 60 миллиметров. Угол резки составляет 60 градусов. Сваривается в несколько проходов с каждой стороны, что позволяет снизить расход электродов на формирования 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.

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 резак.

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 рисков: 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 рисков. 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



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



К-образный скос

Этот способ оформления краев толстостенных деталей схож с Х-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 фрезеровальных 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 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 трубки-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 трубка-центратор ЦСЗ пригодится, если диаметр труб не выходит за пределы диапазона 10-70 мм.

30. Контроль течи, 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 скоплений.

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 газовыделение 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. Частишки 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, 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.

Прожог – 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.

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.

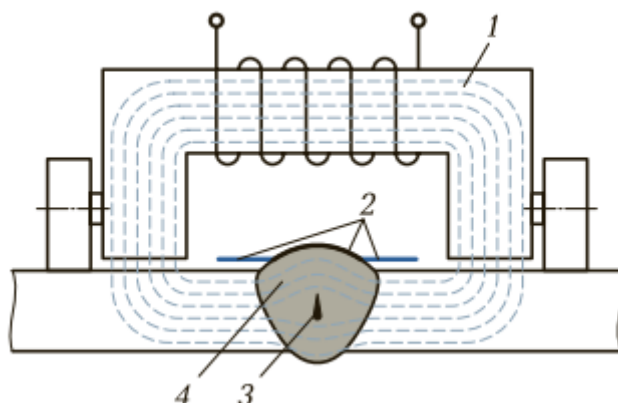


Рис. 1 Схема магнитографического контроля: 1 — намагничивающее устройство; 2 — магнитная пленка; 3 — дефект; 4 — сварной шов

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.

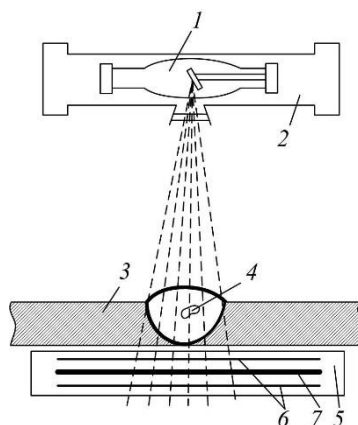


Рисунок 1 – Схема просвечивания рентгеновским излучением

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 удастся 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.

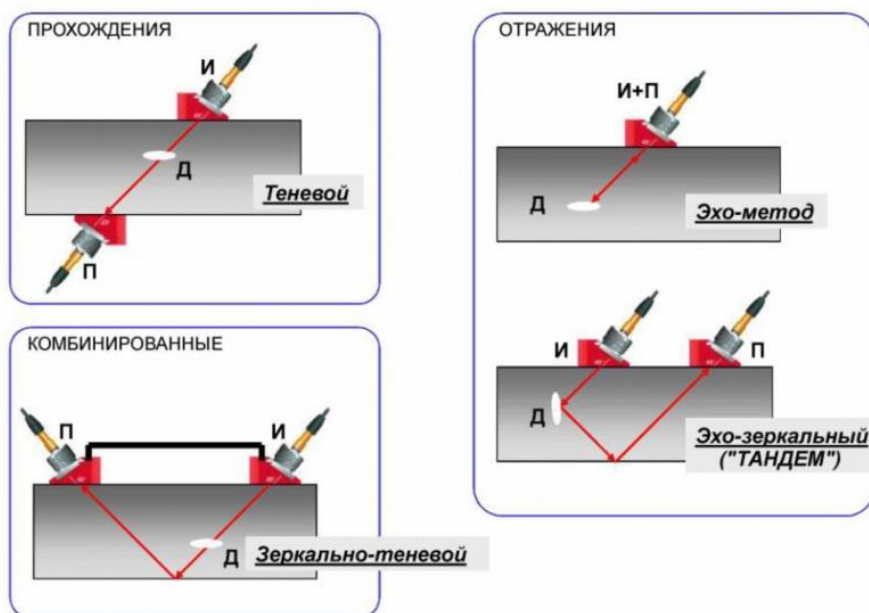
Важные достоинства:

- 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 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;
- внестыковое 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 видедефектоскопии 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.

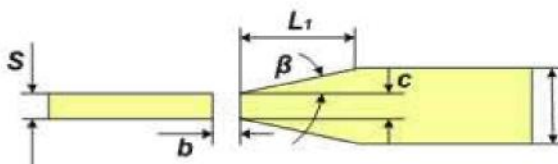
1.2. Практические задания на экзамен по ПМ

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.

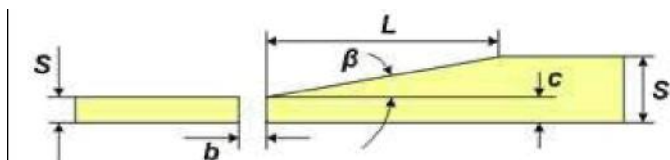


2. Практико-ориентированное задание

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

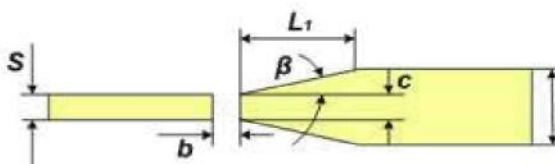
1. Практико-ориентированное задание

1.1 Составьте карту технологического процесса подготовки металла к сварке.

Наименование операции	Содержание операций	Оборудование, инструмент
Правка	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, связанных между собой взаимным расположением.	<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, 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 ножовок; 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 Х-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.

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°)

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

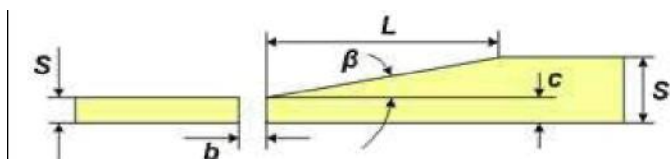
2.1 Составьте карту технологического процесса подготовки металла к сварке.

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	<i>Разметочный инструмент:</i>

	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, связанных между собой взаимным расположением.	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, 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 ножовок; 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 K-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	Напильники, универсальная шлифовальная машина

	небольшой скос под углом. Благодаря скошенным кромкам обеспечивается отличный провар по всей ширине заготовки.	
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	Показатели оценки результата
МДК.01.01 «Основы технологии сварки и сварочное оборудование»	
У1-Использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки;	Перечисляет классификацию сварочного оборудования. Объясняет устройство сварочного оборудования, назначение, правила его

У2 - Использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки. У3 - Использовать измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке. У4 - Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.	эксплуатации и область применения. Перечисляет основные принципы работы 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. Использует ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки. Использует измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке. Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.
31 - Основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения. 32 - Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах. 33 - Устройство сварочного и вспомогательного оборудования, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения. 34 - Правила технической эксплуатации электроустановок. 35 - Классификацию сварочного оборудования и материалов; - основные принципы работы источников питания для сварки	Основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения. Основные типы конструктивных элементов и размеры сварных соединений, основные обозначения на чертежах. Устройство сварочного и вспомогательного оборудования, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения. Правила технической эксплуатации электроустановок. Классификацию сварочного оборудования и материалов; - основные принципы работы источников питания для сварки
ОК 1. Понимать сущность и социальную	Определяет алгоритмы выполнения работ в

значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем. ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы. ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач. ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.	профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
ПК 1.1 - Читать чертежи средней сложности и сложных сварных металлоконструкций. ПК 1.2- Использовать конструкторскую, нормативно-техническую и производственно-технологическую документацию по сварке. ПК 1.3- Проверять оснащенность, работоспособность, исправность и осуществлять настройку оборудования поста для различных способов сварки	Чтение рабочих чертежей средней сложности и сложных сварных металлоконструкций. Выполнение учебно-производственных заданий в соответствии в соответствии конструкторской, нормативно-технической и производственно-технологической документации. Подготавливание оборудования сварочных постов для ручной дуговой сварки покрытыми электродами и газовой сварки - установка сварочной аппаратуры и подсоединение ее - регулировка режимов
МДК.01.02 «Технология производства сварных конструкций»	
У1-Использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки;	Перечисляет классификацию сварочного оборудования. Объясняет устройство сварочного оборудования, назначение, правила его эксплуатации и область применения. Перечисляет основные принципы работы источников питания для сварки.

У2 - Использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки. У3 - Использовать измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке. У4 - Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.	Формулирует правила технической эксплуатации электроустановок. Осуществляет организацию сварочного поста. Устанавливает работоспособность и исправность оборудования поста для сварки. Объясняет эксплуатацию оборудования для сварки. Использует ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки. Использует измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке. Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.
31 - Основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения. 32 - Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах. 33 - Устройство сварочного и вспомогательного оборудования, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения. 34 - Правила технической эксплуатации электроустановок. 35 - Классификацию сварочного оборудования и материалов; - основные принципы работы источников питания для сварки. 36 Классификацию сварочного оборудования и материалов; - основные принципы работы источников питания для сварки	понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения. Основные типы конструктивных элементов и размеры сварных соединений, основные обозначения на чертежах. Устройство сварочного и вспомогательного оборудования, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения. Правила технической эксплуатации электроустановок. Классификацию сварочного оборудования и материалов; - основные принципы работы источников питания для сварки Классификацию сварочного оборудования и материалов; - основные принципы работы источников питания для сварки
ОК 1. Понимать сущность и социальную	Определяет алгоритмы выполнения работ в

значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем. ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы. ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач. ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности. ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством.	профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
ПК 1.1 - Читать чертежи средней сложности и сложных сварных металлоконструкций. ПК 1.2- Использовать конструкторскую, нормативно-техническую и производственно-технологическую документацию по сварке. ПК 1.5- Выполнять сборку и подготовку элементов конструкции под сварку.	Чтение рабочих чертежей средней сложности и сложных сварных металлоконструкций. Выполнение учебно-производственных заданий в соответствии в соответствии конструкторской, нормативно-технической и производственно-технологической документации. Перечисляет слесарные операции, выполняемые при подготовке металла к сварке: разметка, резка, рубка, гибка и правка металла. Излагает правила подготовки кромок изделий под сварку. Называет виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки. Объясняет правила сборки элементов конструкции под сварку. Описывает виды и назначение ручного и механизированного инструмента для подготовки элементов конструкции под

ПК 1.6 - Проводить контроль подготовки и сборки элементов конструкции под сварку	сварку. Проводит подготовку металла к сварке в соответствии с ГОСТами. Разрабатывает последовательность сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку с применением сборочных приспособлений Разрабатывает последовательность сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку на прихватках. Анализирует использование ручного и механизированного инструмента для подготовки элементов конструкции Формулирует правила сборки элементов конструкции под сварку. Объясняет этапы проверки качества подготовки элементов конструкции под сварку. Перечисляет этапы контроля качества сборки элементов конструкции под сварку. Проводит контроль качества сборки элементов конструкции под сварку, в соответствии с производственно-технологической и нормативной документацией.
МДК.01.03 «Подготовительные и сборочные операции перед сваркой»	
У1-Использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки; У2 -Использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки. У3 - Выполнять предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрев металла в соответствии с требованиями производственно-технологической документации по сварке У4 - Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.	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. Устанавливает работоспособность и исправность оборудования поста для сварки. Объясняет эксплуатацию оборудования для сварки. Использует ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под

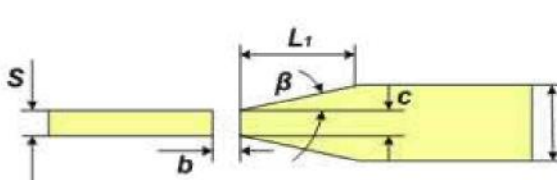
У5 -Подготавливать сварочные материалы к сварке. У6 - Зачищать швы после сварки. У4 - Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.	сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки. Использует оборудование для сопутствующего (межслойного) подогрева при сварке деталей, в соответствии с требованиями производственно – технологической документации. Выбор материала, заготовок под сварку. Сборочно – сварочные приспособления. Сборка узла, конструкции в целом с последующей сваркой Применяет сварочную проволоку. Виды электродных покрытий. Флюсы для дуговой сварки. Правильно выбирает материалы под сварку. Применяет шлифовальные машины: виды, устройства, правила эксплуатации Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.
31- Основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения. 32 - Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах. 33- Влияние основных параметров режима и пространственного положения при сварке на формирование сварного шва. 34 Основные типы, конструктивные элементы, разделки кромок. 35 Устройство вспомогательного оборудования, назначение, правила его эксплуатации и область применения 36 - Правила сборки элементов конструкции под сварку. 37 - Порядок проведения работ по предварительному, сопутствующему (межслойному) подогреву металла. 38 - Классификацию сварочного оборудования и материалов; - основные принципы работы источников питания для сварки.	Основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения. Основные типы конструктивных элементов и размеры сварных соединений, основные обозначения на чертежах. Режимы сварки. Сварка в различных пространственных положениях. Выбор диаметра электрода, силы сварочного тока Геометрические характеристики формы подготовки кромок под сварку. Трансформаторы: устройство, принцип действия. Выпрямители: устройство, принцип действия. Инверторы: устройство, принцип действия. Вспомогательные устройства для сварки. Сборочно-сварочные приспособления. Сборка узла, конструкции в целом с последующей сваркой. Порядок проведения работ по предварительному, сопутствующему (межслойному) подогреву металла.

39 - Правила хранения и транспортировки сварочных материалов.	Общие сведения об источниках питания. Классификацию и обозначение источников питания. Внешнюю вольт – амперную характеристику и режим работы источников питания. Электроды и другие сварочные материалы.
ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем. ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы. ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач. ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности. ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством.	Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять ее составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участствует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
ПК 1.4 - Подготавливать и проверять сварочные материалы для различных способов сварки. ПК 1.5- Выполнять сборку и подготовку элементов конструкции под сварку.	Выполнение подготовки и проверки сварочных материалов для осваиваемой профессии Перечисляет слесарные операции, выполняемые при подготовке металла к сварке: разметка, резка, рубка, гибка и правка металла. Излагает правила подготовки кромок изделий под сварку. Называет виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки. Объясняет правила сборки элементов конструкции под сварку. Описывает виды и назначение ручного и механизированного инструмента для

ПК 1.6- Проводить контроль подготовки и сборки элементов конструкции под сварку ПК 1.7 Выполнять предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрева металла.	подготовки элементов конструкции под сварку. Проводит подготовку металла к сварке в соответствии с ГОСТами. Разрабатывает последовательность сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку с применением сборочных приспособлений Разрабатывает последовательность сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку на прихватках. Анализирует использование ручного и механизированного инструмента для подготовки элементов конструкции Формулирует правила сборки элементов конструкции под сварку. Объясняет этапы проверки качества подготовки элементов конструкции под сварку. Перечисляет этапы контроля качества сборки элементов конструкции под сварку. Проводит контроль качества сборки элементов конструкции под сварку, в соответствии с производственно-технологической и нормативной документацией. Определение необходимости, выбор вида, установление режима и выполнение подогрева свариваемых деталей
МДК.01.04 «Контроль качества сварных соединений»	
У1-Использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки;	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. Устанавливает работоспособность и исправность оборудования поста для сварки. Объясняет эксплуатацию оборудования для

У2 - Зачищать швы после сварки. У3 - Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.	сварки. Применяет шлифовальные машины: виды, устройства, правила эксплуатации Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.
31- Основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения. 32 - Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах. 33 - Типы дефектов сварного шва. 34 Методы неразрушающего контроля 35 Причины возникновения и меры предупреждения видимых дефектов 36 - Способы устранения дефектов сварных швов.	Основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения. Основные типы конструктивных элементов и размеры сварных соединений, основные обозначения на чертежах. Дефекты сварных швов. Контроль качества сварных соединений. Причины появления Способы устранения
ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем. ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы. ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач. ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности. ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством.	Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
ПК 1.6- Проводить контроль подготовки и	Формулирует правила сборки элементов

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 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.) (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> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="height: 40px;"> </td> </tr> </tbody> </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 практико-ориентированные 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.01.04. Контроль качества сварных соединений

подготовки квалифицированных рабочих, служащих

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

Дальнегорск, 2023 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 01.04. Контроль качества сварных соединений.

Разработчики:

Организация-разработчик: КГА ПОУ «ДИТК»

Разработчик: Гаврикова Елена Юрьевна, преподаватель

ОДОБРЕН

цикловой методической комиссией

Протокол № 1

от «30» августа 2023 г.

Председатель Гаврикова Елена Юрьевна

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.01.04. 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:

31 основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения);

32 основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах;

33 типы дефектов сварного шва;

34 методы неразрушающего контроля;

35 причины возникновения и меры предупреждения видимых дефектов;

36 способы устранения дефектов сварных швов;

Обучающийся должен уметь:

У1 использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки;

У2 зачищать швы после сварки;

У3 пользоваться производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения трудовых функций.

Обучающийся должен иметь практический опыт:

-выполнения типовых слесарных операций, применяемых при подготовке деталей перед сваркой;

-выполнения сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку с применением сборочных приспособлений;

-выполнения сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку на прихватках;

-эксплуатирования оборудования для сварки;

-выполнения предварительного, сопутствующего (межслойного) подогрева свариваемых кромок;

-выполнения зачистки швов после сварки;

-использования измерительного инструмента для контроля геометрических размеров сварного шва;

-определения причин дефектов сварочных швов и соединений;

-предупреждения и устранения различных видов дефектов в сварных швах.

Формируемые ОК:

ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем

Формируемые ПК:

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ВД 1	Проведение подготовительных, сборочных операций перед сваркой, зачистка и контроль сварных швов после сварки
ПК 1.1.	Читать чертежи средней сложности и сложных сварных металлоконструкций.
ПК 1.2.	Использовать конструкторскую, нормативно-техническую и производственно-технологическую документацию по сварке.
ПК 1.3.	Проверять оснащенность, работоспособность, исправность и осуществлять настройку оборудования поста для различных способов сварки.
ПК 1.4.	Подготавливать и проверять сварочные материалы для различных способов сварки.
ПК 1.5.	Выполнять сборку и подготовку элементов конструкции под сварку.
ПК 1.6.	Проводить контроль подготовки и сборки элементов конструкции под сварку.
ПК 1.7.	Выполнять предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрев металла.
ПК 1.8.	Зачищать и удалять поверхностные дефекты сварных швов после сварки.
ПК 1.9.	Проводить контроль сварных соединений на соответствие геометрическим размерам, требуемым 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-Использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки; ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	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. Устанавливает работоспособность и исправность оборудования поста для сварки. Объясняет эксплуатацию оборудования для сварки. Демонстрация интереса к выбранной профессии через участие в конкурсах: - профессионального мастерства, - на лучшее <i>рационализаторское</i> предложение - технических олимпиадах;

	- викторинах по профессиям, - занятия в кружках технического творчества - участие в выполнении производственного плана учебной мастерской - участие выставке-ярмарке изделий. Выбор и применение методов и способов решения профессиональных задач при выполнении подготовительно-сварочных работ; оценка эффективности и качества выполнения. Решение стандартных и нестандартных профессиональных задач при выполнении подготовительно-сварочных работ Эффективный поиск необходимой информации; - использование различных источников, включая электронные. Использование передовых информационно-коммуникационные технологии. Умение работать бригадным методом Соблюдение единых педагогических требований и внутреннего трудового распорядка на предприятиях, при прохождении производственной практики. Прохождение воинской службы по контракту по полученной профессии
У2 - Зачищать швы после сварки. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Применяет шлифовальные машины: виды, устройства, правила эксплуатации Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участвует в работе коллектива и команды для

	эффективного решения деловых задач.
УЗ - Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем	Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участствует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач
Знать:	
31 Основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения.	Особенности металлургии сварки. Химические процессы, сопровождающие процесс сварки, структура сварных швов. Основные методы борьбы со сварочными напряжениями и деформациями
32 - Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах.	Сварные соединения, сварные швы. Условные обозначения сварных швов.
33 - Типы дефектов сварного шва.	Дефекты сварных швов.
34 - Методы неразрушающего контроля.	Контроль качества сварных соединений.
35 - Причины возникновения и меры предупреждения видимых дефектов.	Причины появления.
36 - Способы устранения дефектов сварных швов.	Способы устранения.

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. Определение и устранение дефектов в сварных швах и соединениях				
Тема 1.1 Характеристика сварочных дефектов.	31-33 У 1-3 ПК 1.1-1.9 ОК 01-02, ЛР 1-3, 6-9, 12-20	Устный опрос, практические занятия.		1 семестр – экзамен
Тема 1.2Строение сварочного шва	31-33 У 1-3 ПК 1.1-1.9 ОК 01-02, ЛР 1-3, 6-9, 12-20	Устный опрос, практические занятия, тестирование		
Тема 1.3 Методы контроля качества сварных соединений	34-36 У 1-3 ПК 1.1-1.9 ОК 01-02, ЛР 1-3, 6-9, 12-20	Устный опрос, практические занятия, тестирование. Контрольная работа		
Тема 1.4 Методы испытаний сварных соединений	34-36 У 1-3 ПК 1.1-1.9 ОК 01-02, ЛР 1-3, 6-9, 12-20	Устный опрос, практические занятия, тестирование. Контрольная работа		
			31-36 У 1-3 ОК1-ОК2	Экзамен

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. 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 балла;

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

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. Контроль течей, классификация
2. Контроль оборудования и оснастки
3. Дефекты подготовки металла и сборки
4. Методы контроля сварных соединений
5. Внутренние дефекты сварных швов.
6. Наружные дефекты сварных швов.
7. Влияние дефектов на работоспособность конструкции
8. Способы исправления дефектов шва.
9. Контроль внешним осмотром
10. Контроль непроницаемости швов
11. Капиллярные методы контроля швов
12. Магнитопорошковый контроль
13. Магнитографический контроль
14. Радиационная дефектоскопия сварных швов
15. Ультразвуковая дефектоскопия сварных швов.
16. Вихрековая дефектоскопия.
17. Классификация дефектов сварных соединений.
18. Дефекты подготовки и сборки
19. Классификация трещин сварных швов
20. Визуально – измерительный контроль сварных швов.
21. Газовые полости сварных швов
22. Твердые включения сварных швов
23. Приборы и инструменты для визуального контроля сварных соединений.
24. Механические испытания сварных швов.
25. Этапы проведения контроля.
26. Технологические способы уменьшения сварочных деформаций.
27. Причины деформации металла при сварке
28. Виды деформации при сварке
29. Причины возникновения напряжения и деформации при сварке

4. Эталоны ответов на вопросы

1. 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.

2. Контроль оборудования и оснастки

Сварка – ответственный процесс, требующий тщательного контроля оборудования и инструментов. Сварочное оборудование и инструменты играют важную роль в обеспечении качества и надежности сварных швов. Надлежащий контроль сварочного оборудования и инструментов может повысить производительность и эффективность сварочных работ, одновременно снижая риск дефектов и отказов. Первым шагом в управлении сварочным оборудованием и инструментами является выбор правильного оборудования для работы.

Сварочное оборудование различается по размеру, мощности и возможностям. Например, сварочные аппараты MIG идеально подходят для сварки тонких металлов, а сварочные аппараты TIG лучше подходят для сварки более толстых материалов. Сварочные инструменты включают зажимы, приспособления и приспособления, которые удерживают заготовку на месте во время сварки.

Правильно подобранный инструмент поможет обеспечить правильное положение заготовки во время сварки, предотвратив деформацию или деформацию.

После того, как сварочное оборудование и инструменты выбраны, важно регулярно их обслуживать и калибровать. Регулярное техническое обслуживание может помочь предотвратить поломки оборудования и обеспечить его правильную работу. Калибровка гарантирует, что оборудование работает должным образом, и может помочь обнаружить любые проблемы, которые могут повлиять на качество сварки.

Еще одним важным фактором в управлении сварочным оборудованием и инструментами является обучение операторов. Надлежащее обучение гарантирует, что операторы знают, как правильно использовать оборудование и инструменты, и могут выявлять и устранять любые проблемы, возникающие в процессе сварки. Надлежащая подготовка также может помочь предотвратить несчастные случаи или травмы, которые могут возникнуть при использовании сварочного оборудования. Также важно контролировать процесс сварки, чтобы убедиться, что оборудование и инструменты работают правильно.

Мониторинг может помочь обнаружить любые проблемы, которые могут повлиять на качество сварного шва, и обеспечить возможность оперативных корректирующих действий. Мониторинг может включать визуальные осмотры, тестирование и анализ данных.

Наконец, важно установить процедуры контроля качества, чтобы гарантировать, что готовый продукт соответствует требуемым стандартам. Процедуры контроля качества могут включать визуальные проверки, испытания и документирование процесса сварки. Надлежащая документация может помочь отслеживать любые проблемы, возникающие в процессе сварки, и обеспечивать постоянное совершенствование процесса сварки.

3. Дефекты подготовки металла и сборки

Детали, изготавливаемые и собираемые под сварку, должны соответствовать чертежу. Неправильная подготовка и сборка деталей приводят к непрочным, 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.

4. 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.

5. 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 мере подъема 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 скоплений.

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 выделение 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 неустойчивости 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

6. 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, натекий 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.

Прожог – 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.

7. Влияние дефектов на работоспособность конструкции

При контроле качества сварных соединений и оценке годности их к эксплуатации необходимо знать степень влияния наружных и внутренних дефектов на прочностные характеристики конструкции. В большинстве случаев степень влияния того или иного вида дефекта на работоспособность конструкций устанавливают экспериментально — посредством испытаний образцов с дефектами и без дефектов.

При сдаче конструкции в эксплуатацию, прежде всего, оценивают допустимость наружных дефектов, *влияющих на ее работоспособность*. Виды наружных дефектов и их допустимые размеры, как правило, указываемые в технических условиях на изготовление конструкции, зависят от условий ее эксплуатации.

Установлено, что чрезмерная *выпуклость шва* не снижает статическую прочность сварного узла и конструкции, однако значительно уменьшает их вибрационную прочность. Этот дефект и уменьшенный угол между поверхностью основного металла и плоскостью, касательной к поверхности сварного шва, существенно снижают предел выносливости сварного соединения. Таким образом, избыточная выпуклость шва может привести к потере всех преимуществ, обеспечиваемых оптимизацией технологического процесса сварки в целях повышения качества металла шва в сварных соединениях, работающих при вибрационных, динамических и повторно-статических нагрузках.

Опасными наружными дефектами являются *подрезы*. Их наличие не допускается в конструкциях, работающих при циклических нагрузках, но подрезы небольшой глубины, не превышающей 5 % от толщины основного металла, считаются приемлемыми в конструкциях, эксплуатирующихся в условиях статического нагружения.

Наплывы, резко изменяя очертания швов, образуют концентраторы напряжений и тем самым снижают предел выносливости конструкций. Наплывы, имеющие большую протяженность, считаются недопустимыми дефектами, так как они не только вызывают концентрацию напряжений, но и нередко сопровождаются несплошностями. Небольшие местные наплывы, обусловленные случайными отклонениями сварочных режимов от заданных, можно считать допустимыми дефектами.

Кратеры, как и прожоги, во всех случаях являются недопустимыми дефектами и подлежат исправлению.

Поры и шлаковые включения, суммарная площадь сечений которых составляет 5 ... 10 % от площади сечения шва, мало влияют на статическую прочность сварного соединения. Для швов, имеющих значительную выпуклость, доля суммарной площади дефектов от площади шва в поперечном сечении составляет 10 ... 15 %, а для ряда конструкций (закладных деталей, стыков арматуры) в зависимости от местоположения этих дефектов — 10 ... 25 %.

Такие дефекты, как трещины, оксидные пленки и несплавления, являются недопустимыми.

Для окончательной оценки качества сварного соединения необходимо знать допустимые параметры внутренних дефектов, устанавливаемые на основе испытаний. Степень допустимости тех или иных дефектов в сварном изделии регламентируется

техническими условиями на его изготовление, а для изделий общестроительного назначения — соответствующими нормами.

Несущие и ограждающие конструкции.

В таких конструкциях недопустимо наличие:

- трещин всех видов и размеров, подрезов глубиной более 5 % от толщины свариваемого металла или более 1 мм;
- непроваров в корне шва, превышающих по высоте 5 % от толщины металла, или более 2 мм в соединениях, доступных для сварки с двух сторон, и в соединениях на подкладках при их максимальной длине, составляющей удвоенную длину оценочного участка;
- непроваров в корне шва в соединениях, доступных для сварки, с одной стороны, и в соединениях без подкладок, превышающих по высоте 15 % от толщины свариваемого металла, или более 3 мм;
- удлиненных и сферических одиночных дефектов высотой более значений h , образующих цепочку и скопление высотой более $0,5h$, и длиной более длины оценочного участка l , а также удлиненных дефектов протяженностью более отношения S/h (табл. 2);
- непроваров, цепочек и скоплений пор, соседних по длине шва (при расстоянии между близлежащими концами менее 200 мм);

Газораспределительные системы.

В сварных швах газопроводов недопустимо наличие:

- непроваров по разделке шва;
- непроваров в корне шва глубиной более 10 % от толщины стенки трубы, а также непроваров с суммарной длиной в корне шва более $1/4$ от периметра шва независимо от глубины;
- пор и других включений с размерами, превышающими допустимые значения дефектов в плане, установленные для класса 6 сварных соединений по ГОСТ 23055 — 78, на любом участке радиограммы длиной 100 мм и глубиной, превышающей 10 % от толщины стенки трубы.

Если длина дефектной части шва, выполненного электродуговой сваркой, составляет менее 25 % от длины периметра стыка, допускается исправление этого шва. В противном случае, а также в швах, выполненных газовой сваркой, исправления не допускаются.

Повторный ремонт и исправление дефектов подчеканкой запрещаются.

Магистральные трубопроводы. В магистральных газо и нефтепроводах недопустимо наличие:

- непроваров, цепочек и скоплений пор, удлиненных пор, шлаковых включений в корне шва глубиной более 10 % от толщины основного металла и длиной более $1/6$ периметра стыка (цепочек и скоплений длиной более 30 мм на 500 мм шва);
- непроваров в стыках трубопроводов, образующихся при внутренней подварке;
- сферических пор глубиной более 20 % от толщины металла при расстоянии между ними более чем три толщины металла и глубиной более 15 % — при расстоянии, превышающем две его толщины. Размер пор не должен превышать 2,7 мм;
- непроваров и шлаковых включений длиной более 50 мм на 350 мм шва и глубиной, превышающей 10 % от толщины, и более 1 мм.

8. Способы исправления дефектов шва

Дефекты в сварном шве могут не просто ухудшить внешний вид соединения, но и снизить его эксплуатационные характеристики. Чтобы обнаружить дефекты можно использовать различные методы контроля качества: от простейшего визуального осмотра шва, до применения рентгена или ультразвукового оборудования.

исправления трещин. Если трещины крупные, то их нужно банально заварить. А чтобы во время сварки трещина не увеличилась в размерах нужно сделать сквозные отверстия на расстоянии пол сантиметра от концов трещины. Далее трещину нужно разделить V или X-образно. Разделка проводится с помощью пневматического зубила или газового резака. Можно также использовать воздушно-дуговой резак. Далее разделанную трещину нужно зачистить и заварить.

В некоторых случаях концы трещины можно прогреть газовой горелкой перед заваркой. Так шов и нагретые участки будут иметь примерно одинаковую температуру и на концах бывшей трещины не будет остаточного напряжения. Все эти рекомендации подходят только для сварки наружных трещин.

Если у шва есть внутренние небольшие трещины, непровары или шлаковые включения, пережатые места, то эти участки нужно просто вырубить или выплавить и после заново заварить. Чтобы убрать наплавы или натеки нужно их удалить абразивом.

Иногда во время исправления дефектов сварщик по неопытности может деформировать металл. Для решения этой проблемы существуют механические и термические методы устранения дефектов сварных швов. Для механической правки используют домкрат, пресс, молоты и прочие подобные инструменты. Механическая правка используется редко, поскольку она очень трудоемкая и часто приводит к образованию новых дефектов, вроде трещин и сколов.

А вот термический метод правки используется куда чаще. Технология крайне проста: деформируемую часть металла нагревают с помощью газовых горелок до той температуры, пока металл не станет пластичным. Затем металлу дают остыть. В ходе остывания в нагретых участках возникает обратное напряжение, которое выпрямляет металл.

Также есть ряд очевидных способов предотвратить образование дефектов еще перед сваркой. Чтобы дефекты не образовывались нужно четко соблюдать технологию сварки, иметь достаточную квалификацию для выполнения тех или иных работ, выбирать качественные комплектующие, учитывать физико-химические свойства свариваемого металла и правильно настраивать режим сварки. Если вы выполните эти пункты, то вероятность образования дефектов сводится к нулю.

9. 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).

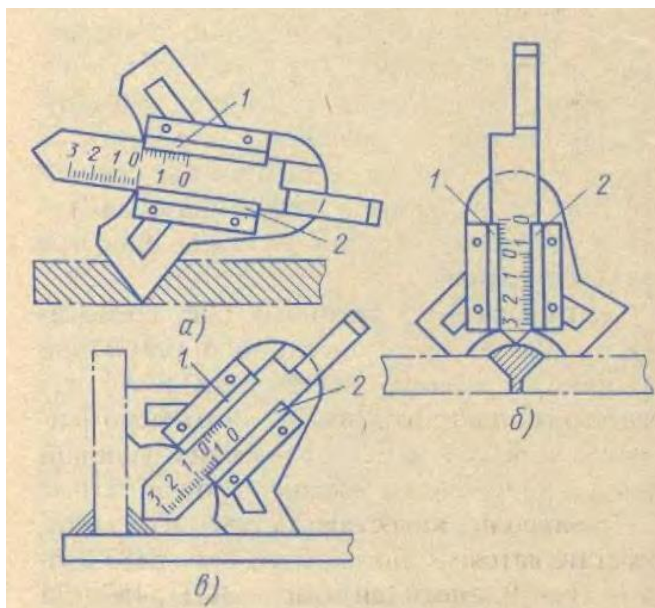


Рис. 1. Универсальный измеритель швов:

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.

10. 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.

11. 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.



12. 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.

13. 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.

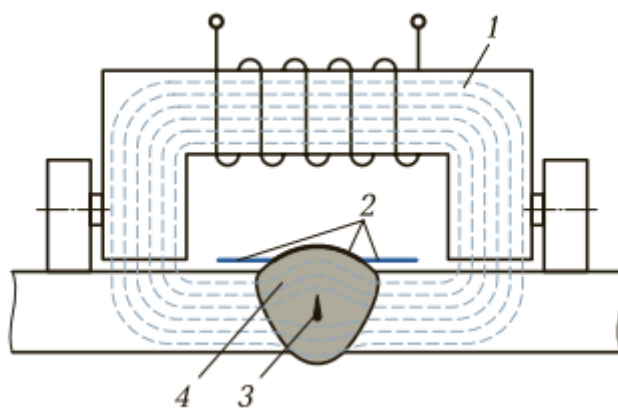


Рис. 1 Схема магнитографического контроля: 1 — намагничивающее устройство; 2 — магнитная пленка; 3 — дефект; 4 — сварной шов

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.

14. 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.

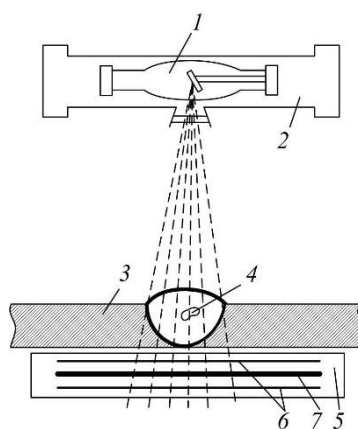


Рисунок 1 – Схема просвечивания рентгеновским излучением

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.

15. 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.

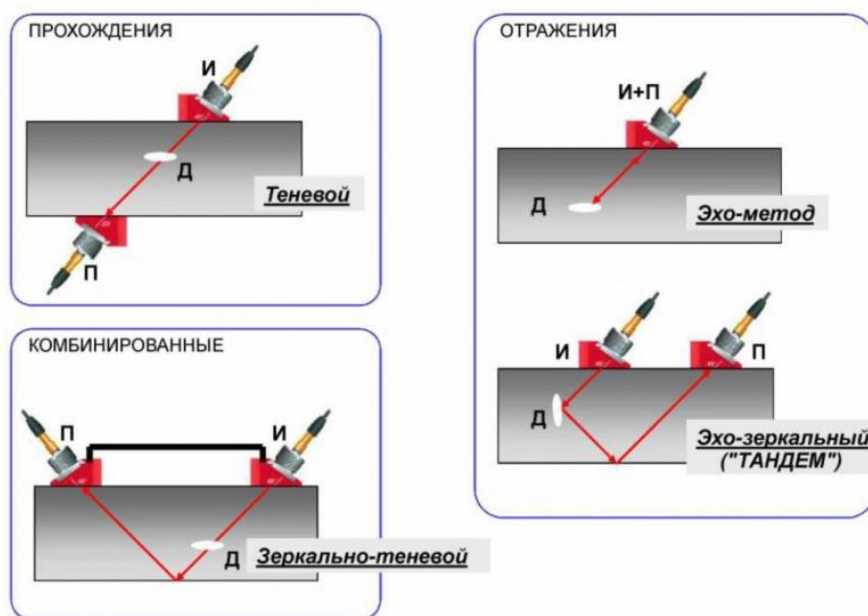
Важные достоинства:

- 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 генерирующей 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;
- *теньевая 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-теньевая 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;
- внестыковое 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.

16. 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.

17. 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:

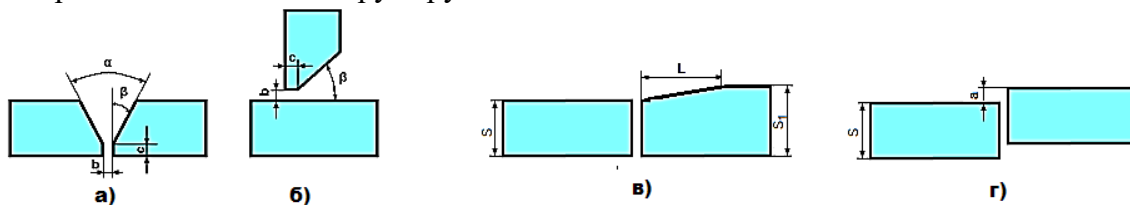
- дефекты подготовки (и сборки) изделий под сварку;
- сварочные дефекты.

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.

18. 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 $(60-90)^\circ$
 β - угол скоса кромок $(30-50)^\circ$
 c - притупление кромок (1-3 мм)
 в зависимости от толщины металла
 b - зазор (1-4 мм) в зависимости
 от толщины металла

L - длина скоса листа при наличии разности
 толщин металла, $L = 5(S - S)$
 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; $б$ — углового соединения; $в$ — разнотолщинных элементов; $г$ — 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.

19. 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.

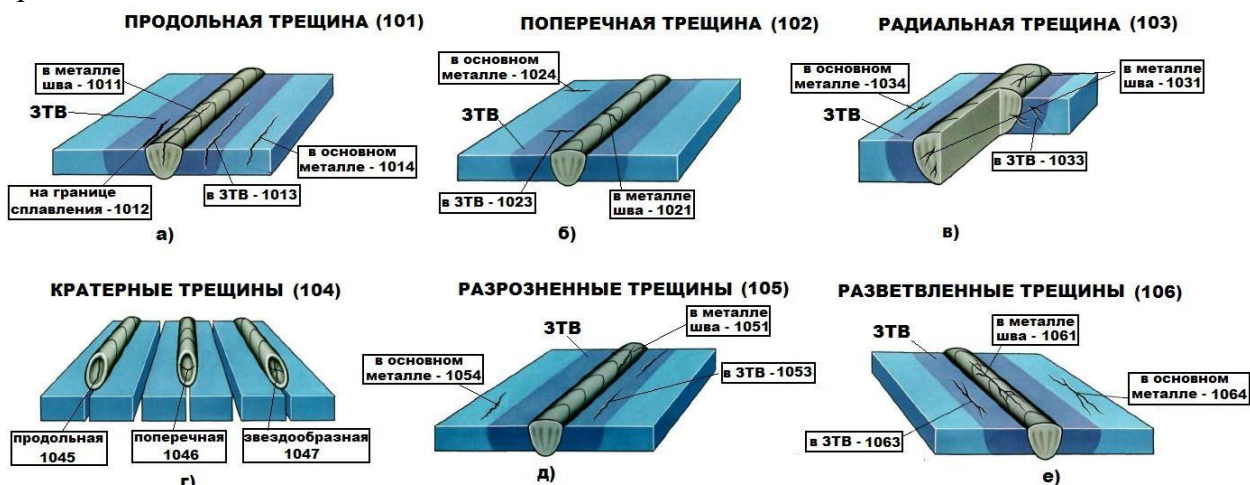


Рис. 1. Классификация трещин: а — продольные; б — поперечные; в — радиальные; г — кратерные; д — разрозненные; е — разветвленные.

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 заправлять 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 обратно-ступенчатый 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 совпадал с концом трещины или был на 3-5 мм дальше трещины.

20. 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 удастся 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.

21. Газовые полости сварных швов

Газовая полость— это полость, образованная задержанным газом, выделяющимся при кристаллизации.

Классификация полостей:

- газовая пора —газовая полость практически сферической формы;
- равномерная пористость — ряд газовых пор, распределенных сравнительно равномерно в наплавленном металле;

- скопление пор – группа газовых пор, имеющих беспорядочное геометрическое расположение;
- линейная пористость – ряд газовых пор, расположенных параллельно оси сварного шва;
- вытянутая полость – протяженная полость, вытянутая вдоль оси сварного шва;
- свищ — трубчатая полость в металле шва, образованная выходящим газом;
- поверхностная пора – газовая пора, выходящая на поверхность сварного шва;
- поверхностная пористость – единичные или множественные газовые полости, выходящие на поверхность сварного шва;
- усадочная раковина – полость, образованная в результате усадки во время кристаллизации;
- кратерная усадочная раковина – усадочная раковина на конце наплавленного валика, которая не устранена при сварке последующего валика;
- незаваренный кратер – открытая усадочная раковина с полостью, которая уменьшает площадь поперечного сечения сварного шва.

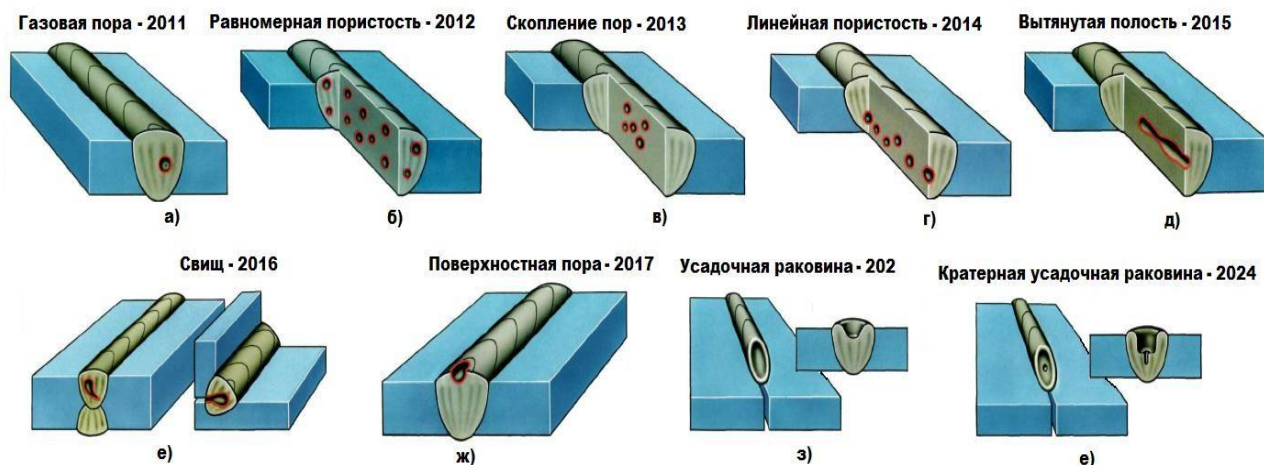


Рис. 1. Классификация: а — газовая пора; б — равномерная пористость; в — скопление пор; г, и — линейная пористость; д — вытянутая полость; е — свищ; ж — поверхностная пора; з — усадочная раковина; е — кратерная усадочная раковина и незаваренный кратер

Поры — недопустимый дефект сварных швов для аппаратуры, работающей под давлением и под вакуумом, или предназначенной для хранения и транспортировки жидких и газообразных продуктов. Для других конструкций поры не являются столь серьезным дефектом, как трещины, но наличие пор при всех условиях нежелательно. Вопрос о допустимости пор решается в зависимости от условий эксплуатации конструкции.

Поры и полости в сварных швах образуются в результате перенасыщения жидкого металла шва газами, которые не успевают выйти на поверхность во время его быстрого затвердевания. Поры располагаются по оси шва или его сечению, а также вблизи от границы сплавления. При дуговой сварке поры выходят или не выходят на поверхность шва, располагаются цепочкой по оси шва или отдельными группами.

Размеры пор могут быть микроскопическими или достигать нескольких миллиметров, они могут быть округлой или вытянутой формы. Степень пористости шва и размер отдельных пор во многом зависят от того, как долго сварочная ванна находится в жидком состоянии, которое позволяет образующимся газам выйти из шва.

Возможные причины образования пор в сварных швах:

- низкое качество зачистки кромок и присадочной проволоки от загрязнений (окалины, ржавчины, масел и т.п.);
- большая скорость сварки, при которой газы не успевают выйти наружу;
- повышенное содержание углерода в основном и присадочном металле;
- непостоянная толщина покрытия электродов («козыряние» электрода);
- отсыревший флюс, непросушенные электроды;
- вредные примеси в защитном газе;
- большая длина дуги (при магнитном дутье или при недостаточной квалификации сварщика);
- неправильная регулировка пламени сварочной горелки (при газовой сварке);
- неправильный выбор марки сварочной проволоки;
- сквозняки в зоне сварки (при сварке в среде углекислого газа);
- нечеткое зажигание дуги (залипание электрода);
- неправильная полярность.

Наличие пористости в сварном соединении снижает механические свойства металла (прочность, ударную вязкость и т.п.), а также герметичность изделия.

Одиночные порывозникают за счет действия случайных факторов (колебания напряжения в сети и т.д.). Наиболее вероятно возникновение одиночных пор при сварке алюминиевых и титановых сплавов.

Равномерная пористость обычно возникает при постоянно действующих факторах — загрязненности основного металла по свариваемым поверхностям (ржавчина, масло и т.п.), непостоянной толщине покрытия электродов и т.д.

Скопление пор наблюдается при местных загрязнениях, при нарушении сплошности покрытия электрода, на начальном участке шва, обрыве дуги или случайных изменениях ее длины.

Цепочки пор образуются в условиях, когда газообразные продукты проникают в металл по оси шва на всем его протяжении — при сварке по ржавчине, подсосе воздуха через зазор между кромками, подварке корня шва некачественными электродами.

Способы предупреждения пористости сварных швов:

- очистка свариваемых кромок от ржавчины, масла, краски и других загрязнений;
- просушка свариваемых кромок;
- проковка и просушка сварочных материалов (электродов, флюса, порошковой проволоки);
- применение обратной полярности при сварке на постоянном токе;
- применение качественных сварочных материалов.

Свищ — дефект сварного шва в виде трубчатой полости в металле сварного шва, образовавшийся из-за выделений газа в процессе сварки. Форма и положение свища зависят от режима затвердевания и вида газа. Обычно свищи скапливаются и распределяются «елочкой». Свищ образуется при случайных коротких замыканиях вольфрамового электрода или резком обрыве дуги, а также в результате неправильного гашения дуги при ручной и автоматической сварке. Свищи возникают при сварке угловых швов в различных пространственных положениях, отличных от нижнего, потому что подъемная сила не может выдавить пору наружу, сквозь металл сварного шва.

Свищи относятся к недопустимым дефектам и являются концентраторами напряжений в сварном шве.

Кратер– наружный дефект сварного шва, который образуется в виде углублений в местах резкого отрыва дуги в конце сварки. В углублениях кратера могут появляться усадочные рыхлости, часто переходящие в трещины. Кратеры обычно появляются в результате неправильных действий сварщика. При автоматической сварке кратер может появляться в местах выводных планок, где обрывается сварочный шов.

Кратер относится к недопустимым дефектам, уменьшает сечение сварного шва, является концентратором напряжений и виден при внешнем осмотре.

Усадочная раковина чаще всего появляется при сварке корневого валика шва, металла большой толщины, увеличенного зазора, при сварке деталей из сталей перлитного класса с жестким закреплением, чрезмерно больших сварочного тока и объема сварочной ванны. Кратерные усадочные раковины часто присутствуют при сварке швов из аустенитных сталей из-за их низкой теплоотдачи и высокого линейного расширения.

Усадочные раковины относятся к недопустимым наружным дефектам, уменьшают сечение сварного шва и являются концентраторами напряжений.

Способы предупреждения усадочных раковин в сварных швах:

- выполнять перекрытие швов при сварке длинными швами;
- вести сварку обратно-ступенчатым способом без случайных прерываний процесса;
- применять правильные приемы заварки кратера (при обрыве дуги не рекомендуется резко отводить электрод от изделия, перемещения электрода следует прекратить, и до обрыва медленно удлинять дугу).

Выходящие на поверхность газовые полости, кратеры и усадочные раковины выявляются при внешнем осмотре. Внутренние поры и свищи могут быть выявлены методами неразрушающего контроля, такими как ультразвуковой и рентгенографический контроль.

Участок сварного шва, в котором присутствуют вышеперечисленные дефекты, подлежит переварке с предварительной выборкой механическим способом или воздушно-дуговой строжкой.

22. Твердые включения сварных швов

Твердое включение– твердое инородное вещество в металле шва.

Классификация твердых включений:

- шлаковое включение – включение шлака (линейное, единичное, скопление);
- флюсовое включение — включение флюса (линейное, единичное, скопление);
- оксидное включение – твердое включение оксида металла (линейное, единичное, скопление);
- оксидная пленка – макроскопическая оксидная пленка, образующаяся в алюминиевых сплавах из-за недостаточной защиты от доступа воздуха и завихрений в сварочной ванне;
- металлическое включение – включение инородного металла (вольфрамовое, медное, других металлов).

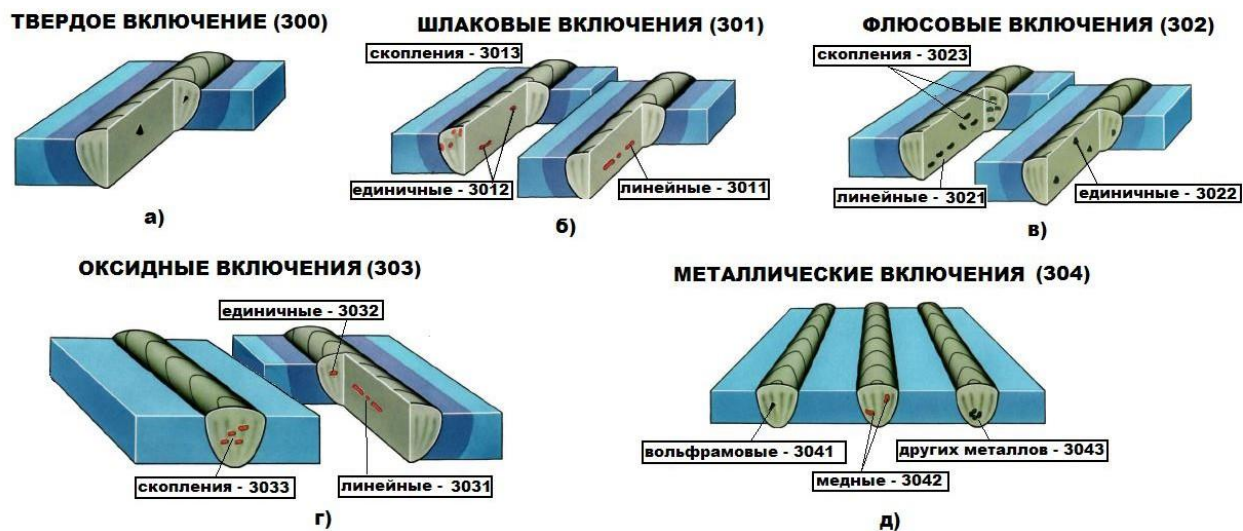


Рис. 1. Классификация твердых: а — включение; б — шлаковое и оксидное включение; в — флюсовое включение; г — металлическое включение

Шлаковые включения могут иметь размер до нескольких десятков миллиметров и поэтому являются очень опасными. Шлаковые и твердые включения, так же как и газовые поры, ослабляют сечение шва, уменьшают его прочность и являются зонами концентрации напряжений.

Шлаковые включения появляются в результате того, что шлак, образующийся при плавлении электродного покрытия или флюса, не всегда всплывает на поверхность сварочной ванны. Вероятность образования шлаковых включений очень велика при сварке электродами с тонким покрытием. При сварке высококачественными электродами, дающими много шлака, расплавленный металл дольше находится в жидком состоянии, и неметаллические включения успевают всплыть на его поверхность, в результате чего засорение шва шлаковыми включениями незначительно. При сварке в защитных газах шлаковые включения встречаются редко.

Возможные причины образования шлаковых включений в сварных швах:

- небрежная очистка кромок деталей и сварочной проволоки от окалины, ржавчины и грязи;
- неполное удаление шлака с предыдущих слоев при многослойной сварке;
- сварка длинной дугой;
- неправильный наклон электрода;
- недостаточная величина сварочного тока или мощности горелки;
- завышенная скорость сварки;
- некачественные электроды;
- подтекание шлака при выполнении сварки корневых валиков, глубоких разделок и при сварке «на спуск»;
- несоблюдение рекомендуемой величины смещения электрода (зенита) при сварке под флюсом кольцевых швов.

Шлаковые включения можно разделить на макроскопические и микроскопические. Макроскопические имеют сферическую и продолговатую формы в виде вытянутых «хвостов».

Способы предупреждения шлаковых включений в сварных швах:

- использовать электроды, обеспечивающие высокую жидкотекучесть сварочной ванны;

- не использовать электроды с тонким и осыпающимся покрытием;
- соблюдать режимы сварки, установленные технологической документацией;
- применять оптимальную длину дуги.

Флюсовые включения образуются из-за флюса, не вступившего в реакцию с расплавленным металлом шва и не всплывшего на поверхность сварного шва. Причиной образования флюсовых включений является использование флюса с большой грануляцией, завышение скорости сварки, случайное попадание гранул флюса в сварочную ванну.

Вольфрамовые включения — один из наиболее часто встречающихся дефектов в сварных швах, выполненных при помощи аргонодуговой сварки неплавящимся электродом. Наиболее распространены вольфрамовые включения при сварке алюминиевых сплавов. Вольфрамовые включения — это карбиды, окислы вольфрама и, реже, чистый вольфрам, которые в виде мельчайших частиц попадают в сварочную ванну с рабочего конца вольфрамового электрода во время горения сварочной дуги, а также при его соприкосновении с основным и/или присадочным металлом. При этом вольфрам скапливается в вершине кратеров, где часто образуются трещины. Вольфрамовые включения также могут располагаться внутри шва и на поверхности соединений в виде брызг.

Способы предупреждения вольфрамовых включений в сварных швах:

- обеспечивать чистоту рабочего конца вольфрамового электрода (рабочая поверхность должна быть гладкой, без корок нагара и иметь серебристо-белый цвет);
- правильно затачивать рабочий конец вольфрамового электрода;
- не допускать при сварке прикосновений рабочей поверхности электрода к расплавленному и к твердому холодному основному металлу, металлу шва или присадки.

Оксидные включения и пленки возникают вследствие значительных поверхностных загрязнений или при нарушениях защиты сварочной ванны. Труднорастворимые тугоплавкие пленки присутствуют во всех сварных швах, выполненных из алюминия и его сплавов, возникают при очень быстром охлаждении металла шва и резко снижают его механические свойства.

Являясь прослойкой в массиве шва, оксидные включения резко снижают прочность сварного соединения и могут привести к его разрушению под приложенной в процессе эксплуатации нагрузкой.

Способы предупреждения оксидных включений в сварных швах:

- применение качественных электродов без окисленного стержня и осыпающейся обмазки, предварительно прокаленных;
- тщательная зачистка кромок;
- тщательное удаление корки шлака с каждого предыдущего слоя шва (в случае многослойной сварки и наплавки);
- соблюдение техники и порядка выполнения сварных швов.

Находящиеся в сварном шве твердые включения не имеют внешних признаков их наличия, поэтому обнаруживаются они методами неразрушающего контроля — ультразвуковыми и рентгенографическим.

Вопрос о допустимости твердых включений решается в зависимости от условий эксплуатации конструкции. Данные дефекты устраняют механическим путем до чистого металла и заваривают вновь.

23. Приборы и инструменты для визуального контроля сварных соединений.

Для проверки сварного шва визуальным методом используется специальное оборудование, предусмотренное ГОСТом 23479-79.



Набор инструментов делится на две группы: цеховое - работает в диапазоне температур 5-20 градусов; полевое - можно эксплуатировать вне помещений в широком спектре температур - от -55 до +55 градусов Цельсия. Набор представлен таким перечнем:

- шаблоны для проверки геометрии сварного шва;
- измерительные лупы;
- угольники для проверки прямого угла;
- угломеры с нониусом;
- микрометры, калибры и нутромеры;
- щупы для измерения ширины зазора;
- рулетки, линейки, штангенциркули;
- измерители толщины стенок трубопроводов.

Надлежащее обследование возможно только при условии достаточного освещения. Естественного света или искусственного освещения внутри зданий бывает недостаточно. Поэтому контролер всегда должен иметь при себе фонари или иной светоизлучающий прибор. Иногда приходится применять специальное оборудование - *бороскопы и микроскопы*. Они необходимы для того, чтобы максимально точно определить степень серьезности выявленного дефекта. В случаях, когда сварной шов располагается на высоте, недоступной для эксперта, то допускается использование биноклей различного уровня мощности.

Но случается, что нужно обеспечить визуальную проверку сварных швов, к которым проверяющий просто не может получить доступ. Это относится к конструкциям, расположенным под землей, в узких тоннелях, в условиях агрессивной среды или высокой радиации. Тогда привлекаются специалисты, управляющие дистанционными платформами с видеонаблюдением или другой специальной передающей аппаратурой. С ее помощью инспектор обследует состояние сварного шва настолько это позволяет сделать дистанционно управляемая аппаратура. К подобным методам диагностирования прибегают крайне редко.

24. Механические испытания сварных швов

Механические испытания сварных соединений – это разрушающие методы контроля, которые используют для проверки швов под разноплановыми нагрузками. С их

помощью определяют важные эксплуатационные параметры конструкций, а затем, на основании полученных сведений, рассчитывают возможные нагрузки. При проведении проверок используется специализированное контрольное оборудование.

В качестве контрольных отбираются серийные образцы сварных швов. Заключение делают на основании одинаковых исследований устойчивости к разрушениям, пластичности шва.

Исследования проводятся несколькими способами, а именно:

- *Статическим.* Подразумевает плавное увеличение нагрузки. Исследования растянуты по времени, чтобы разрушающая нагрузка была постоянной.
- *Динамическим.* Суть – в мгновенном воздействии за непродолжительный интервал времени.
- *Усталостным.* Это многократное воздействие на образец. Число циклов определяет величина, которая исчисляется десятками миллионов. Нагрузку изменяют по значению, знаку.

Статические методики – это испытания стыковых швов, которые определяют их физических характеристики: ползучесть, твердость, пластичность, растяжимость и пр. В ходе испытания сварных швов их сравнивают с подобными образцами из целостного металла. При этом применяют образцы и с зачищенным, и с незачищенным валиком.

Условный предел текучести – это напряжение, при котором образцы увеличиваются на 0,2% от первоначальных показателей длины. Исследования на изгиб проводят, чтобы выявить пластичность диффузного слоя. Нагрузку на изгиб осуществляют, пока на поперечном и продольном соединении не появится первая трещина. Для проведения тестов применяют трубчатые или плоские образцы.

При динамических испытаниях выявляют склонность швов к усталостной деформации и прочность на изгиб. Тесты проводят при пониженной, нормальной или повышенной температуре. Полученные данные заносят в виде графиков в протокол.

Твердость определяют в зоне термического влияния и диффузного слоя. При этом оценивают структурную прочность металла методами металлографии. Помимо прочего, проверяют необработанный и обработанный шовный валик.

Преимущества и недостатки механических испытаний

К достоинствам методов относятся следующие:

- получение данных об эксплуатационных характеристиках сварных соединений;
- изучение механических свойств швов;
- установление расчетных величин, что позволяет определить максимальные нагрузки – сведения, необходимые для проектных работ;
- проверка возможностей зоны термического влияния, диффузного слоя, в которых зачастую обнаруживаются внутренние дефекты;
- небольшие затраты, но при этом получение точных результатов, на основе которых можно определить прочностные характеристики конструкций, выбрать наилучший способ сварки разных сплавов.

Недостатки у испытаний сварных соединений механическими методиками тоже есть. Например, это разрушение образцов, которые невозможно восстановить. Поэтому применять эти методики для приемки готовых соединений нельзя – их используют только для исследований, которые проводятся на этапе запуска в серийное производство.

Свойства, которые определяют механические испытания

Для испытания швов в целях определения механических характеристик диффузного слоя применяют разные методы. Образцы подвергают разнонаправленным усилиям, выявляют, под какой нагрузкой по швам возникает деформация. При этом учитывают надрывы, трещины, изменения размеров, формы. Также определяют технологически важные характеристики, которые влияют на герметичность и несущую способность соединений.

Рассмотрим основные характеристики, которые позволяют определить испытания сварных соединений.

Пластичность

Для определения пластичности проводят тесты на статическое растяжение, в ходе которых выявляется податливость участка термического влияния и диффузного слоя, изменения формы. Пластичность – это характеристика, от которой зависит способность штамповки с вытягиванием. Удлинение определяют посредством измерения образцов до растяжения и после.

Прочность

Показатели прочности особенно важны для опорных конструкций, которые испытывают разнонаправленные нагрузки. От прочности зависит надежность, безопасность, целостность сооружения. Определяют характеристики несколькими методами. Для этого проводятся исследования на изгиб и на усталость. Испытания сварных соединений на изгиб подразумевают прикладывание усилий до момента критической деформации образцов. Исследования на усталость выполняются с разными нагрузками, пока образец не разрушится.

В ходе экспериментов могут проводиться:

- Искривление заготовки под заданным углом.
- Двухсторонний изгиб, пока стороны заготовки не сплющатся.
- Искривление тонких заготовок, пока стороны не встанут параллельно и образец не примет U-образную форму.

Ударный изгиб

Для определения ударного изгиба выполняются динамические исследования. Они подразумевают высокую скорость изменения нагрузки. Сварные швы проверяют на хрупкость, склонность к растрескиванию и деформации. Для этого применяют образец с надрезанным шовным валиком. В месте, где выполнен надрез, от удара маятниковым копром со специальной шкалой концентрируется напряжение. В результате испытаний рассчитывают ударную вязкость, которая определяется как отношение работы по отталкиванию в месте концентрации к площади сечения целостного образца, т.е. до нанесенного разреза. Если в образце не появятся трещины, изломы, надрывы и расслоения, значит, он выдержал испытание.

Твердость

Для определения твердости заготовки используют три методики:

- Тестирование по методу Роквелла. Во время исследования в металл вдавливают твердый наконечник – индентор, в качестве которого выступают алмазный конус или стальной шарик, прошедший специальную закалку.
- Исследования по Виккерсу. Способ, имеющий сходство с методом Роквелла. В качестве индентора используется алмазная пирамидка.
- Способ Бринелля. Применяется стальной шар с высокой плотностью и твердостью.

Твердость соединения проверяют по продольной оси, а также от центра стыка по направлению к основному металлу заготовки.

Метод Роквелла используют для контроля соединений на листовой стали или тонком металле, Виккерса – на деталях малой толщины и тонких поверхностных слоях, Бринелля – на других типах заготовок. Твердость напрямую определяет пластичность материала, т.е. чем тверже диффузный слой, тем меньше он будет изгибаться.

25. Этапы проведения контроля сварных швов

Проверка на дефекты выполняется в несколько этапов, каждый из которых направлен на то, чтобы выявить определенный дефект. Каждый из экспертов прежде всего визуально проверяет шов на целостность. Невооруженным взглядом можно выявить трещины, подрезы и поры, наличие которых снижает прочность места соединения.

Раковины и непроваренные участки найти проще всего. Если специалист не замкнул шов и оставил кратер от сварочной ванны, то это тоже бросается в глаза. Нарушением технологии является также слишком узкий шов, наплывы расплава, грубая "чешуя". Те соединения, которые уже эксплуатируются, легко визуально проверить на наличие коррозии.

После этого наступает время более сложного метода контроля - с использованием оптических приборов. Это дает специалисту возможность более детально рассмотреть участок и точно изучить параметры ранее выявленных дефектов. Для этого применяются лупы, бороскопы и микроскопы. К примеру, визуальным контролем были определены трещины сварного шва. Но глубина осталась неизвестной. С помощью микроскопа несложно уточнить эти данные и определить уровень серьезности дефекта. Если требуется, то исследования будут продлены с применением других более совершенных технологий, изложенных в методичках по контролю.

На третьем этапе параметры сварного соединения проверяются инструментальным путем. Измеряется длина шва. Полученный результат сопоставляется с эталонным значением для данного участка и конкретных условий. Измеряется катет наплавленного металла, высота и ширина шва. Все эти данные сопоставляются с толщиной стенки основного элемента. Угольником уточняется насколько правильно установлены детали одна относительно другой и нет ли смещения после прошедшего периода эксплуатации.

В заключения тестирования составляется акт, где отображаются обнаруженные дефекты. Инспектор описывает текущее состояние сварного шва и дает рекомендации по устранению выявленных недостатков.

При измерении следует использовать следующий инструмент и приборы:

- линейки измерительные по ГОСТ 427-75;
- штангенциркуль по ГОСТ 166-80;
- микрометр по ГОСТ 6507-78;
- рулетки измерительные металлические по ГОСТ 7502-80;
- лупы измерительные по ГОСТ 25706-83;
- шаблоны и лупы соответствующей конструкции для контроля формы и размеров выполненных сварных швов и др.

Допускается применение зеркал, перископов, волоконных световодов и телекамер при условии выявления дефектов.

Для измерения толщин стенок изделий допускается применять физические методы контроля с использованием ультразвуковых дефектоскопов и толщиномеров.

Чешуйчатость сварного шва и углубления между валиками допускается определять по слепку, снятому с контролируемого участка; слепок разрезают (не допуская его деформации) так, чтобы искомый размер располагался в плоскости разреза. Материалом для слепка может служить пластилин, воск и другие пластичные материалы.

В заключение следует подчеркнуть, что визуальные методы контроля дают возможность быстро получить данные о качестве сварного шва. Своевременный и регулярный контроль позволяет избежать аварийных ситуаций и предотвратить травматизм среди сотрудников.

26. 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.

К *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 околошов-ной 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 валцов, 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.

27. 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.

28. 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.

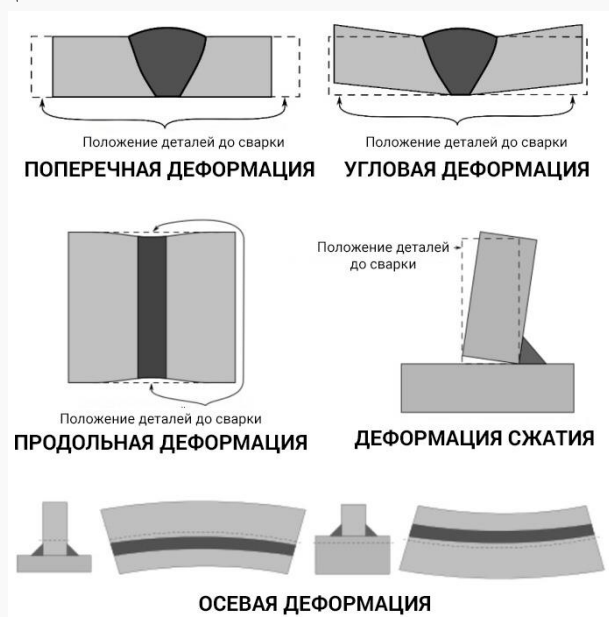
Материал может быть деформирован вне плоскости сварного изделия или внутри него.

Разнонаправленность сил, действующих относительно сечения материала, приводит к возникновению различных напряжений: сжатия либо изгиба, растяжения, кручения, среза.

29. Причины возникновения напряжения и деформации при сварке

Напряжение при сварке – это механическое воздействие, образующееся в зоне сварки, и влияющее на само соединение и окружающую конструкцию. Оно может быть:

- растягивающим;
- сжимающим;
- изгибающим;
- выкручивающим.



Основная причина напряжения металла при сварке – линейное расширение от нагрева. Поскольку в зоне наложения шва материал сильно разогревается, а в остальных частях остается холодным или слегка теплым, возникает физическое воздействие. Когда шов остывает, он стягивается, увлекая за собой присоединенные стороны заготовки, что приводит к деформациям.

Напряжение неизбежно происходит при сваривании двух разных материалов, например обычной и углеродистой стали, или углеродистой и высоколегированной. У них разные температуры плавления, а соответственно, и коэффициенты теплового расширения. Один материал растягивает другой, если они плотно соединены.

Возможны структурные изменения, когда в процессе нагрева от сварки материал закаливается. Изменяется его плотность и объем, а напряжение воздействует на соседние участки, вызывая в них трещины. Это естественные последствия сварочного процесса, и ниже мы обсудим, как их предвидеть и предупредить.

Среди побочных причин напряжений и деформаций следующие:

- Резкое охлаждение материала заготовки.

Сварщики спешат продолжить работу, но не могут держать сваренные детали из-за высокой температуры, поэтому окунают их в емкость с холодной водой или поливают сверху.

- Неправильные расчеты при сварке.

Нужно учитывать, куда будет расширяться металл при нагреве и давать допуски для этого.

- Ошибки при сборке.

Несоблюдение зазоров, указанных на чертежах, или сварка без разделки кромок там, где это необходимо, приводит к чрезмерным напряжениям и деформации конструкции.

- Малое расстояние между швами.

Если накладывать швы близко друг ко другу, поверхность неизбежно перегреется и расширится, а затем стянется. При проектировании конструкции важно располагать швы на достаточном расстоянии от соседних соединений.

- Ошибки при выборе режима сварки.

Слишком высокая сила тока, неправильно подобранный диаметр электрода, неверный угол удержания горелки приводят к перегревам деталей, искажая параметры конструкции.

- Ошибки при последовательности наложения швов.

Опытные сварщики знают, что напряжением металла можно управлять, выравнивая изделие поочередным наложением швов в разных местах. Без строгой последовательности и чередования сторон нагрева изделие просто выгнется дугой.

Некоторые деформации в определенных конструкциях неизбежны, и их проявление можно только уменьшить. Другие – прямое следствие нарушения технологии выполнения работ, и наличие или отсутствие таких искривлений конструкции зависит только от опытности сварщика.

30. Временные и остаточные напряжения – методы устранения

Для снятия напряжений отлично подходят механическая обработка и отжиг. Температурное воздействие выполняется в случаях, когда возникает необходимость в точном соблюдении заданных размеров. Отжиг может быть местным или общим. Металл нагревается до температуры 550-680 °С. Работы выполняются в три приема: разогрев, выдержка при заданной температуре и охлаждение.

Механическое снятие напряжений включает обработку соединений проковкой, взрывом, вибрацией или прокаткой. Преследуемая цель – создание обратно направленной нагрузки. Для проковки горячей или холодной чаще всего применяется пневматический молот. Для создания вибраций применяется специальное устройство, генерирующее колебания в диапазоне от 10 до 120 Гц. Способ воздействия выбирается с учетом сложности конструкции, формы и размеров деталей.

Методы устранения деформаций

Существует несколько способов устранения дефектов геометрии конструкции: термический с местным или общим нагревом, чисто механический и комбинация этих двух способов – термомеханическое устранение дефектов. В случае применения термического способа правки с полным обжигом конструкцию изначально закрепляют в устройстве, которое будет создавать давление на деформированный участок. После этого ее нагревают в печи.

При локальном нагреве упор делается на сжатии металла при остывании. Для устранения изъяна участок прогревается с помощью сварочной дуги или газовой горелки. Поскольку соседние участки металла остаются холодными, то зона нагрева носит локальный характер и расширяется незначительно. После остывания дефективный участок выпрямляется, а его форма становится приемлемой.

Термическое воздействие является пригодным для исправления всех вариантов дефектов. Но при работе с тонкостенными листовыми материалами следует учитывать особенности:

- нагрев очень быстро распространяется по большой площади тонкого листа. В силу этих причин силы сжатия бывает недостаточно для устранения деформации;
- максимально допустимая температура локального нагрева составляет 600-650 °С. В противном случае будут образовываться новые дефективные участки и деталь станет непригодной для дальнейшей эксплуатации.

Исправление механическим путем подразумевает создание обратно направленных нагрузок на растянутые участки. Самые распространенные способы воздействия – вальцовка, изгибание, ковка, прокатка, растяжка.

Термомеханическая правка включает разогрев участка до 700-800 °С с последующим механическим воздействием. Участки с сильным деформированием исправляют следующим способом. Сначала делают обратные куполообразные выступы, после чего нагревают и резко охлаждают.

Способ устранения деформации выбирается в зависимости от сложности и размеров конструкции. При этом учитываются показатели трудозатрат, финансовые издержки и расход материалов.

4.Комплект билетов.

5.Экзаменационная ведомость.

Оценка запланированных результатов по МДК

Результаты (освоенные общие компетенции)	Показатели оценки результата
Уметь:	
У1-Использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки; ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	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. Устанавливает работоспособность и исправность оборудования поста для сварки. Объясняет эксплуатацию оборудования для сварки. Демонстрация интереса к выбранной профессии через участие в конкурсах:

	- профессионального мастерства, - на лучшее <i>рационализаторское</i> предложение - технических олимпиадах; - викторинах по профессиям, - занятия в кружках технического творчества - участие в выполнении производственного плана учебной мастерской - участие выставке-ярмарке изделий. Выбор и применение методов и способов решения профессиональных задач при выполнении подготовительно-сварочных работ; оценка эффективности и качества выполнения. Решение стандартных и нестандартных профессиональных задач при выполнении подготовительно-сварочных работ Эффективный поиск необходимой информации; - использование различных источников, включая электронные. Использование передовых информационно-коммуникационные технологии. Умение работать бригадным методом Соблюдение единых педагогических требований и внутреннего трудового распорядка на предприятиях, при прохождении производственной практики. Прохождение воинской службы по контракту по полученной профессии
У2 - Зачищать швы после сварки. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Применяет шлифовальные машины: виды, устройства, правила эксплуатации Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участствует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
У3 - Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем	Пользуется конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участствует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач
Знать:	
31 Основы теории сварочных процессов (понятия: сварочный термический цикл, сварочные деформации и напряжения.	Особенности металлургии сварки. Химические процессы, сопровождающие процесс сварки, структура сварных швов. Основные методы борьбы со сварочными напряжениями и деформациями
32 - Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах.	Сварные соединения, сварные швы. Условные обозначения сварных швов.
33 - Типы дефектов сварного шва.	Дефекты сварных швов.
34 - Методы неразрушающего контроля.	Контроль качества сварных соединений.
35 - Причины возникновения и меры предупреждения видимых дефектов.	Причины появления.
36 - Способы устранения дефектов сварных швов.	Способы устранения.

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 01.04 Контроль качества сварных соединений 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. Контроль течеисканием, классификация. 2. Вихретоковая дефектоскопия.		

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.

5. Экзаменационная ведомость

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.02 Ручная дуговая сварка (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом

подготовки квалифицированных рабочих, служащих

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

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 «Ручная дуговая сварка (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом».

Разработчики:

Организация-разработчик: КГА ПОУ «ДИТК»

Разработчики: Гаврикова Елена Юрьевна, преподаватель

ОДОБРЕН

цикловой методической комиссией

Протокол № 1

от «30» августа 2023 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.02. «Ручная дуговая сварка (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом» 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:

31 основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродам, и обозначения их на чертежах;

32 основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродам;

33 сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродам;

34 технику и технологию ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродам различных деталей и конструкций в пространственных положениях сварного шва;

35 основы дуговой резки;

36 причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при ручной дуговой сварке (наплавке, резке) плавящимся покрытым электродом;

Обучающийся должен уметь:

У1 проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавка, резки) плавящимся покрытым электродам;

У2 настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавка, резки) плавящимся покрытым электродам;

У3 выполнять сварку различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва;

У4 владеть техникой дуговой резки металла.

Личностные результаты.

Личностные результаты реализации программы воспитания (дескрипторы)	Код личностных результатов реализации программы воспитания
Портрет выпускника СПО	
Осознающий себя гражданином и защитником великой страны.	ЛР 1
Проявляющий активную гражданскую позицию, демонстрирующий приверженность принципам честности, порядочности, открытости. Экономически активный и участвующий в студенческом и территориальном самоуправлении, в том числе на условиях добровольчества, продуктивно взаимодействующие и участвующие в деятельности общественных организаций. Готовый использовать свой личный и профессиональный потенциал для защиты национальных интересов России.	ЛР 2

Демонстрирующий приверженность к родной культуре, исторической памяти на основе любви к Родине, родному народу, малой родине, принятию традиционных ценностей многонационального народа России. Лояльный к установкам и проявлениям представителей субкультур, отличающий их от групп с деструктивным поведением. Демонстрирующий неприятие и предупреждающий социально опасное поведение окружающих.	ЛР 3
Принимающий цели и задачи научно-технологического, экономического, информационного развития России, готовый работать на их достижение. Стремящийся к формированию в сетевой среде личностного и профессионального, конструктивного «цифрового следа».	ЛР 6
Готовый соответствовать ожиданиям работодателей: проектно мыслящий, эффективно взаимодействующий с членами команды и сотрудничающий с другими людьми, осознанно выполняющий профессиональные требования, ответственный, пунктуальный, дисциплинированный, трудолюбивый, критически мыслящий, нацеленный на достижение поставленных целей; демонстрирующий профессиональную жизнестойкость.	ЛР 7
Проявляющий и демонстрирующий уважение к представителям различных этнокультурных, социальных, конфессиональных и иных групп. Сопричастный к сохранению, преумножению и трансляции культурных традиций и ценностей многонационального российского государства.	ЛР 8
Уважающий этнокультурные, религиозные права человека, в том числе с особенностями развития; ценящий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.	ЛР 9
Осознающий приоритетную ценность личности человека; уважающий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.	ЛР 12
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные ключевыми работодателями	
Умение реализовывать личностные качества в производственном процессе	ЛР 13
Стрессоустойчивость, коммуникабельность	ЛР 14
Опыт научно-исследовательской деятельности	ЛР 15
Открытый к текущим и перспективным изменениям в мире труда, демонстрирующий навыки самообразования и саморазвития.	ЛР 16
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные субъектами образовательного процесса	
Инновационность мышления в реализации производственных задач	ЛР 17
Выполнение социальных норм и правил, внутреннего распорядка колледжа и предприятия	ЛР 28
Профессиональная идентичность и ответственность	ЛР 19
Самооценка и рефлексия результатов своей деятельности и развития	ЛР 20

Формируемые ОК:

Код	Наименование общих компетенций
ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем

Формируемые ПК:

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ВД 1	Изготовление, реконструкция, монтаж, ремонт и строительство конструкций различного назначения с применением ручной и частично механизированной сварки (наплавки) во всех пространственных положениях сварного шва
ПК 2.1.	Выполнять ручную дуговую сварку различных деталей из углеродистых и конструкционных сталей во всех пространственных положениях сварного шва.
ПК 2.2.	Выполнять ручную дуговую сварку различных деталей из цветных металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва.
ПК 2.3.	Выполнять ручную дуговую наплавку покрытыми электродами различных деталей.
ПК 2.4.	Выполнять дуговую резку различных деталей.

Формой промежуточной аттестации является экзамен по модулю.

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:

Оценка запланированных результатов по ПМ

Результаты обучения	Показатели оценки результата
МДК.02.01 «Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами»	
У1- Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавка, резки) плавящимся покрытым электродам. У2 - Настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавка, резки) плавящимся покрытым электродам. У3 - Выполнять сварку различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва. У4 - Владеть техникой дуговой резки металла.	Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки, резки). Выполняет настройку сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки). Подготавливает оборудование и выполняет сварку различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва. Владеет техникой дуговой резки металла
31 - Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродам, и обозначения их на чертежах. 32 - Основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой	Основные типы конструктивных элементов и размеры сварных соединений, основные обозначения на чертежах. Классификацию групп и марок материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой. Классификацию наплавочных материалов для ручной, дуговой сварки.

(наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродам. 33 - Сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродам 34 - Технику и технологию ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродам различных деталей и конструкций в пространственных положениях сварного шва. 35 - Основы дуговой резки. 36 - Причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при ручной дуговой сварке (наплавке, резке) плавящим.	Алгоритм технологического процесса ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом различных деталей и конструкций в пространственных положениях сварного шва. Алгоритм дуговой резки. Причины возникновения и способы устранения дефектов сварных швов
ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участствует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
ПК 2.1. Выполнять ручную дуговую сварку различных деталей из углеродистых и конструкционных сталей во всех пространственных положениях сварного шва.	Определяет основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой плавящимся покрытым электродом, и обозначение их на чертежах. Перечисляет основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой плавящимся покрытым электродом.

ПК 2.2. Выполнять ручную дуговую сварку различных деталей из цветных металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва.	Называет сварочные материалы для ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Объясняет технику и технологию ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом различных деталей и конструкций в пространственных положениях сварного шва. Проводит проверку оснащенности сварочного поста ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит проверку работоспособности и исправности оборудования поста ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит проверку наличия заземления сварочного поста ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит проверку сварочных материалов для ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит настройку оборудования ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом для выполнения сварки. Выполняет сварку различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва. Определяет основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений из цветных металлов и сплавов, и обозначение их на чертежах. Называет сварочные материалы для ручной дуговой сварки цветных металлов и сплавов. Объясняет технику и технологию ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом различных деталей из цветных металлов и сплавов. Проводит проверку оснащенности сварочного поста ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит проверку работоспособности и исправности оборудования поста ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом.

	Проводит проверку наличия заземления сварочного поста ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит проверку сварочных материалов для ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит настройку оборудования ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом для выполнения сварки. Выполняет сварку различных деталей из цветных металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва. Называет сварочные материалы для дуговой наплавки. Объясняет технику и технологию ручной дуговой наплавки. Проводит проверку оснащенности сварочного поста дуговой наплавки. Проводит проверку работоспособности и исправности оборудования поста дуговой наплавки.
ПК 2.3. Выполнять ручную дуговую наплавку покрытыми электродами различных деталей.	Проводит проверку наличия заземления сварочного поста. Проводит проверку сварочных материалов для дуговой наплавки покрытым электродом. Проводит настройку оборудования дуговой наплавки покрытым электродом. Владеет техникой дуговой наплавки металла. Называет сварочные материалы для дуговой резки металлов. Объясняет технику и технологию дуговой резки. Проводит проверку оснащенности сварочного поста дуговой резки. Проводит проверку работоспособности и исправности оборудования поста дуговой резки. Проводит проверку наличия заземления сварочного поста. Проводит проверку сварочных материалов для дуговой резки покрытым электродом. Проводит настройку оборудования дуговой резки покрытым электродом.
ПК 2.4. Выполнять дуговую резку различных деталей.	

3.КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА ПО ПМ

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: комплект плакатов, макеты сварочного оборудования.
- 4.Технические средства обучения:
- 5.Информационные источники, допустимые к использованию на экзамене: не допускаются
- 6.Требования охраны труда: выполнение норм санитарного законодательства.

3.Пакет экзаменатора:

3.1. Перечень тем, выносимых на экзамен:

3.1. Перечень тем выносимых на экзамен:

1. Техника и технология ручной дуговой сварки.
2. Особенности дуговой сварки сталей.
3. Особенности дуговой сварки чугуна.
4. Особенности дуговой сварки цветных металлов и их сплавов.
5. Термическая резка металлов.
6. Техника и технология выполнения наплавки покрытыми электродами

3.2. Перечень вопросов, выносимых на экзамен

1. Сущность и классификация процесса сварки.
2. Особенности дуговой сварки меди и ее сплавов: свойства меди, затрудняющие сварку, влияние примесей.
3. Подготовка металла и сборка изделий под сварку.
4. Технология сварки меди металлическим электродом.
5. Техника и технология выполнения сварных швов: зажигание сварочной дуги, длина дуги, положение электрода.
6. Технология сварки латуни.
7. Колебательные движения электродов: назначение, разновидности.
8. Технология сварки бронзы.
9. Положение и перемещение электрода при сварке.
10. Особенности и технология сварки алюминия и его сплавов ручной дуговой сваркой.
11. Способы наложения швов различной протяженности.
12. Наплавка на плоскую поверхность детали из низкоуглеродистой стали.
13. Способы заполнения шва по сечению и длине. Окончание шва.
14. Разделительная дуговая резка металлов электродами.
15. Выбор режима сварки.
16. Поверхностная дуговая резка металлов электродами.
17. Влияние режима сварки на форму и размеры шва.
18. Сущность, виды и применение наплавки.
19. Техника выполнения стыковых сварных соединений в нижнем положении.
20. Материалы, применяемые для наплавки.
21. Сварка угловых, тавровых и нахлесточных соединений в нижнем положении.
22. Техника ручной наплавки покрытым электродом.

23. Особенности выполнения вертикальных, горизонтальных и потолочных швов.
24. Техника выполнения наплавки на тела вращения.
25. Сварка заготовок большой толщины.
26. Восстановление деталей наплавкой.
27. Техника и технология сварки тонкого металла.
28. Классификация дефектов сварных соединений.
29. Способы высокопроизводительной ручной дуговой сварки.
30. Возможные дефекты дуговой сварки стальных изделий.
31. Классификация сталей по свариваемости.
32. Классификация видов контроля качества сварных швов и сварных изделий.
33. Сварка углеродистых конструкционных сталей.
34. Способы исправление дефектов после сварки.
35. Сварка низколегированных сталей.
36. Сущность основных видов неразрушающего контроля качества сварки.
37. Сварка среднелегированных сталей.
38. Контроль качества наплавочных работ.
39. Источники питания ручной дуговой сварки.
40. Дефекты при наплавке.
41. Сварка высоколегированных сталей и сплавов.
42. Классификация электродов, условные обозначения.
43. Особенности сварки чугуна: свойства, влияющие на свариваемость.
44. Материалы, применяемые для ручной дуговой сварки.
45. Технология холодной сварки чугуна.
46. Общие требования безопасности при ведении электросварочных работ.
47. Технология горячей сварки чугуна.
48. Правила безопасности во время электросварочных работ.

Эталоны ответов на вопросы

1. Сущность и классификация процесса сварки.

Сваркой называется процесс получения неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между соединяемыми частями при их нагревании и (или) пластическом деформировании.

Сущность сварки плавлением (рис. 1) состоит в том, что металл по кромкам свариваемых деталей 1 и 2 подвергается плавлению от нагрева сильным концентрированным источником тепла: электрической дугой, газовым пламенем, химической реакцией, расплавленным шлаком, энергией электронного луча, плазмой, энергией лазерного луча. Во всех этих случаях образующийся от нагрева жидкий металл одной кромки самопроизвольно соединяется с жидким металлом другой кромки.

Создается общий объем жидкого металла, который называется сварочной ванной. После застывания металла сварочной ванны получается металл шва 4. Металл шва может образоваться только за счет переплавления металла по кромкам 3 или дополнительного присадочного металла, введенного в сварочную ванну.

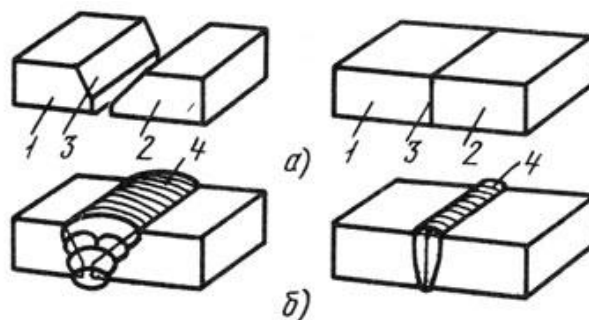


Рис.1 Схема соединения деталей сваркой плавлением: а - детали перед сваркой, б - детали после сварки

Согласно ГОСТ 19521-74 сварка металлов классифицируется по физическим, техническим и технологическим признакам.

Классификация видов сварки металлов по физическим признакам.

В зависимости от формы энергии, используемой для образования сварного соединения, различают три класса сварочных процессов: термический, термомеханический и механический. Вид сварки объединяет сварочные процессы по виду источника энергии, непосредственно используемого для образования сварного соединения.

К термическому классу относятся виды сварки, осуществляемые плавлением с использованием тепловой энергии, а именно: дуговая, электрошлаковая, электронно-лучевая, плазменно-лучевая, ионно-лучевая, тлеющим разрядом, световая, индукционная, газовая, термитная и литейная.

К термомеханическому классу относятся виды сварки, осуществляемые с использованием тепловой энергии и давления, а именно: контактная, диффузионная, индукционно-прессовая, газопрессовая, термокомпрессионная, дугопрессовая, шлакопрессовая, термитно-прессовая и печная.

К механическому классу относятся виды сварки, осуществляемые с использованием механической энергии и давления, а именно: холодная, взрывом, ультразвуковая, трением и магнитоимпульсная.

Классификация видов сварки металлов по техническим признакам.

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 смесь активных газов), инертные газы (аргон, гелий и смесь аргона с гелием), а также смесь инертных и активных газов.

По непрерывности процесса виды сварки бывают непрерывные и прерывистые; по степени механизации виды сварки подразделяются на ручные, механизированные, автоматизированные и автоматические.

Классификация видов сварки металлов по технологическим признакам.

По технологическим признакам сварка подразделяется на дуговую, электрошлаковую, электроннолучевую, плазменно-лучевую, световую, газовую, контактную, диффузионную, печную, холодную и ультразвуковую.

2. Особенности дуговой сварки меди и ее сплавов: свойства меди, затрудняющие сварку, влияние примесей.

Медь обладает высоко электропроводностью, теплопроводностью, теплоемкостью, пластичностью, высокой коррозионной стойкостью.

Температура плавления - 1083 °С.

Свариваемость меди зависит от ее химической чистоты: чем меньше в меди содержится вредных примесей, тем ее свариваемость выше.

Вредными примесями в меди, снижающими ее механические свойства и свариваемость, являются кислород, сера, висмут, свинец и др.

Трудности сварки меди вызываются ее физико-химическими свойствами: медь обладает высокой теплопроводностью, имеет большой коэффициент линейного расширения при нагревании. Медь имеет склонность к окислению (то есть соединению с кислородом).

Все эти причины заставляют применять при сварке меди специальные флюсы, защищающие основной металл от окисления и растворяющие образовавшиеся окислы.

В состав присадочной проволоки вводятся раскислители: кремний, фосфор, алюминий, марганец и др.

Ручная дуговая сварка меди металлическим электродом

Этим методом сваривают изделия из проката меди толщиной свыше 2 мм.

Сварка выполняется постоянным током обратной полярности с общим предварительным нагревом изделия до 300-400°С.

Соединение стыков при толщине металла до 4 мм можно выполнять без разделывания кромок, при толщине металла 4-12 мм применяют V-образную разделку кромок с углом раскрытия 60- 70°С.

Для сварки используют электроды «Комсомолец-100» предназначен для наплавки, сварки меди марки М1-М3. АНЦ/ОЗМ-2 применяется для работы с чистой медью и другими в зависимости от химического состава соединяемых деталей.

В качестве присадки используют прутки М1, М2, М3 и кремнистую бронзу.

3. Подготовка металла и сборка изделий под сварку.

При подготовке деталей под сварку поступающий металл подвергается правке, разметке, наметке, резке, подготовке кромок под сварку, холодной или горячей гибке.

Металл правят либо вручную, либо на различных листопрямительных вальцах. Ручную правку выполняют на чугунных или стальных правильных плитах ударами кувалды или с помощью ручного винтового пресса. Угловая сталь правится на правильных вальцах (прессах), двутавры и швеллеры - на приводных или ручных правильных прессах.

Разметка и наметка - это такие операции, которые определяют конфигурацию будущей детали. Механическая резка применяется для прямолинейного реза листов, а иногда для криволинейного реза листов с использованием для этой цели роликовых ножниц с дисковыми ножами. Углеродистые стали разрезают газокислородной и плазменно-дуговой резкой. Эти способы могут быть ручными и механизированными. Для резки легированных сталей, цветных металлов может применяться газифлюсовая или плазменно-дуговая резка.

Основной металл и присадочный материал перед сваркой должны быть тщательно очищены от ржавчины, масла, влаги, окалина и различного рода неметаллических загрязнений. Наличие указанных загрязнений приводит к образованию в сварных швах пор, трещин, шлаковых включений, что приводит к снижению прочности и плотности сварного соединения.

4.Технология сварки меди металлическим электродом.

Ручная дуговая сварка, если она для данного металла целесообразна, имеет преимущество в технико-экономическом плане. Режим ручной сварки характерен достаточно высокой производительностью при наличии навыков у сварщика.

Этим методом сваривают изделия из проката меди толщиной свыше 2 мм.

Сварка выполняется постоянным током обратной полярности с общим предварительным нагревом изделия до 300-400°C.

Соединение стыков при толщине металла до 4 мм можно выполнять без разделывания кромок, при толщине металла 4-12 мм применяют V-образную разделку кромок с углом раскрытия 60- 70°C.

Ручная дуговая сварка меди осуществляется покрытыми электродами. Защитное покрытие электродов препятствует окислению шва, стабилизирует дугу и предотвращает пористость. В качестве электродного стержня выступает медная проволока. Она может содержать легирующие примеси (кремний, марганец). Допускается использование бронзовых стержней БрКМц3-1(CuSi3Mn1) или БрОФ4-03. Подобные стержни при сварке легируют медь кремнием, марганцем или фосфором, а также производят раскисление металла.

Для сварки используют электроды «Комсомолец-100» предназначен для наплавки, сварки меди марки М1-М3. АНЦ/ОЗМ-2 применяется для работы с чистой медью и другие в зависимости от химического состава соединяемых деталей.

В качестве присадки используют прутки М1, М2, М3 и кремнистую бронзу.

5.Техника и технология выполнения сварных швов: зажигание сварочной дуги, длина дуги, положение электрода.

Зажигание дуги. Существует два способа зажигания дуги покрытыми электродами - прямым отрывом и отрывом по кривой. Первый способ называют зажиганием впритык. Второй напоминает движение при зажигании спички и поэтому его называют чирканьем.

Сварщики успешно используют оба способа зажигания дуги, причем первый чаще применяется при сварке в узких и неудобных местах.

Длина дуги. Немедленно после зажигания дуги начинается плавление основного и электродного металлов. На изделии образуется ванна расплавленного металла. Сварщик должен поддерживать горение дуги так, чтобы ее длина была постоянной. От правильно выбранной длины дуги весьма сильно зависят производительность сварки и качество сварного шва.

Сварщик должен подавать электрод в дугу со скоростью, равной скорости плавления электрода. Умение поддерживать дугу постоянной длины характеризует квалификацию сварщика.

Нормальной считают длину дуги, равную 0,5 - 1,1 диаметра стержня электрода (в зависимости от типа и марки электрода и положения сварки в пространстве). Увеличение длины дуги снижает устойчивое ее горение, глубину проплавления основного металла, повышает потери на угар и разбрызгивание электрода, вызывает образование шва с неровной поверхностью и усиливает вредное воздействие окружающей атмосферы на расплавленный металл.

Положение электрода. Наклон электрода при сварке зависит от положения сварки в пространстве, толщины и состава свариваемого металла, диаметра электрода, вида и толщины покрытия.

Направление сварки может быть слева направо, справа налево, от себя и к себе

(рис. 1,а).

Независимо от направления сварки положение электрода должно быть определенным: он должен быть наклонен к оси шва так, чтобы металл свариваемого изделия проплавлялся на наибольшую глубину. Для получения плотного и ровного шва при сварке в нижнем положении на горизонтальной плоскости угол наклона электрода должен быть 15° от вертикали в сторону ведения шва (рис.1, б).

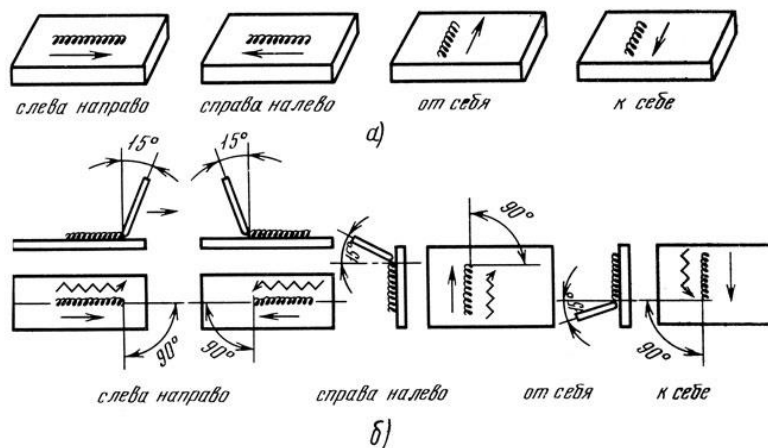


Рис. 1. Направления сварки (а) и наклон электрода (б)

Обычно дуга сохраняет направление оси электрода; указанным наклоном электрода сварщик добивается максимального проплавления металла изделия. При этом улучшается формирование шва, а также уменьшается скорость охлаждения металла сварочной ванны, что предотвращает образование горячих трещин в шве.

При шланговой полуавтоматической сварке положение электродной проволоки аналогично положению электрода при ручной сварке покрытыми электродами.

6.Технология сварки латуни

Латунь является сплавом меди с цинком, содержание которого в сплаве может составлять от 20 до 55%. Обладает высокой прочностью, пластичностью, антикоррозионной стойкостью и удовлетворительной свариваемостью.

Основные трудности при сварке латуни следующие:

- выгорание цинка в процессе сварки;
- поглощение газов расплавленным металлом сварочной ванны;
- повышенная склонность металла шва и околошовного участка к образованию трещин и пор.

Следует отметить, что пары цинка ядовиты.

Чтобы предотвратить испарение цинка, применяют специальные флюсы и присадочные материалы.

При сварке латуни необходимо также учитывать тот факт, что в диапазоне температур от 300 до 600°C она склонна к образованию трещин.

Подготовку кромок под сварку ведут в зависимости от толщины свариваемого металла: металл толщиной до 1 мм сваривают с отбортовкой кромок, при толщине от 1 до 5 мм - без скоса кромок; при толщине металла от 6 до 15 мм выполняют разделку V-образного типа на угол $70 - 90^\circ$.

Если металл имеет толщину от 15 до 25 мм, делают X - образную разделку кромок на тот же угол; притупление - 2 - 4 мм.

Кромки зачищают от металлического блеска или протравливают в 10%-ном водном растворе азотной кислоты. После травления кромки необходимо промыть горячей водой и насухо протереть.

Состав присадочного материала оказывает большое влияние на процессе сварки металла. При сварке применяют сварочные прутки марок ЛК62-0,5, ЛОК59-1-0,3 и присадочную проволоку марок Л63, ЛК62-0,2-0,04-0,5

Диаметр присадочной проволоки выбирается в зависимости от толщины свариваемого металла, но не более 8 мм.

Для сварки используют флюсы, включающие соединения бора или состоящие из хлористых и фтористых солей. Например, если проводят сварку латунной присадкой марки ЛК 80-3, то берут флюс с такими пропорциями: на хлористый калий приходится половина состава, на хлористый натрий, криолит, древесный уголь по 12,5%, 35% и 2,5% соответственно.

В случае применения для сварки других присадочных прутков используют такие флюсы: бура прокаленная - 100%; измельченный борный шлак - 100%; по 50% буры и борного шлака. Ручную сварку рекомендуется проводить угольными или графитовыми электродами с постоянной силой тока с напряжением дуги 30-40 В.

Сварку латуни начинают с возбуждения дуги на присадочном прутке, потом ее переносят в рабочую зону. От толщины свариваемых заготовок зависит сочетание силы тока, диаметр прутков и электродов. При сварке заготовки толще 10 мм ее предварительно подогревают до 300-500°C.

После сварки для повышения механических свойств сварной шов желательно проковать. Латунь, содержащую менее 40%, цинка проковывают в холодном состоянии, а латунь, содержащую свыше 40% цинка, проковывают при температуре 650 °C с последующим медленным охлаждением.

7. Колебательные движения электродов: назначение, разновидности.

Для получения валика нужной ширины производят поперечные колебательные движения электрода. Если перемещать электрод только вдоль оси шва без поперечных колебательных движений, то ширина валика определяется лишь силой сварочного тока и скоростью сварки и составляет от 0,8 до 1,5 диаметра электрода. Такие узкие (ниточные) валики применяют при сварке тонких листов, при наложении первого (корневого) слоя многослойного шва, при сварке по способу опирания и в других случаях.

Чаще всего применяют швы шириной от 1,5 до 4 диаметров электрода, получаемые с помощью поперечных колебательных движений электрода.

Наиболее распространенные виды поперечных колебательных движений электрода при ручной сварке (рис.1):

- прямые по ломаной линии;
- полумесяцем, обращенным концами к наплавленному шву;
- полумесяцем, обращенным концами к направлению сварки;
- треугольниками;
- петлеобразные с задержкой в определенных местах.

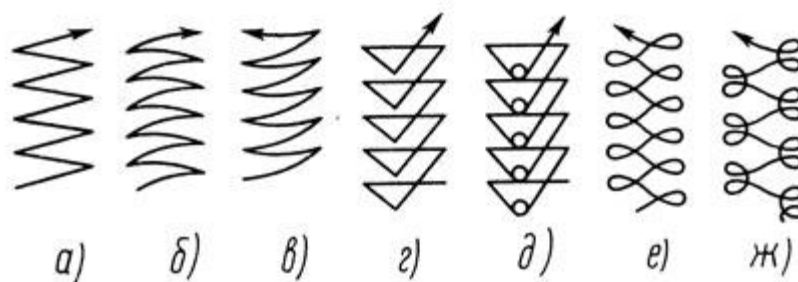


Рис. 1. Основные виды поперечных движений конца электрода: а, б, в, г - при обычных швах, д, е, ж - при швах с усиленным прогревом кромок

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

Движения полумесяцем, обращенным концами к наплавленному шву, применяют для стыковых швов со скосом кромок и для угловых швов с катетом менее 6 мм, выполняемых в любом положении электродами диаметрами до 4 мм.

Движения треугольником неизбежны при выполнении угловых швов с катетами шва более 6 мм и стыковых со скосом кромок в любом пространственном положении. В этом случае достигается хороший провар корня и удовлетворительное формирование шва.

Петлеобразные движения применяют в случаях, требующих большого прогрева металла по краям шва, главным образом при сварке листов из высоколегированных сталей. Эти стали обладают высокой текучестью и для удовлетворительного формирования шва приходится задерживать электрод на краях, с тем чтобы предотвратить прожог в центре шва и вытекание металла из сварочной ванны при вертикальной сварке. Петлеобразные движения можно с успехом заменить движениями полумесяцем с задержкой дуги по краям шва.

8. Технология сварки бронзы

Бронзами называются сплавы меди с какими либо легирующими элементами (алюминий, олово, марганец, свинец, фосфор, кремний и другие) преобладающий легирующий элемент определяет название бронзы (оловянистая бронза, фосфористая бронза и т.п.)

Бронза - мягкий и податливый материал, не подвержена коррозии, изделия из нее являются отличными проводниками электрического тока. На производстве для обозначения бронзы используют маркировку Бр, а для металлов, входящих в ее состав, соответствующие буквы.

Различают бронзу литейную, содержащую большее количество легирующих добавок, и деформируемую. Чем больше в сплаве легирующих добавок, тем сложнее проводить сварку конструкций.

Перед сваркой все бронзовые детали подогревают (за исключением деформируемой бронзы толщиной до 4 мм). Каждая марка бронзы требует отдельного подбора температуры подогрева: она может быть от 400°C до 800°C. При неправильно подобранной температуре подогрева бронза будет разрушаться, сварочный шов будет ненадежным.

При сварке бронзы следует защищать рабочую зону от внешней среды с помощью флюсов, благотворно влияющих на формирование шва и горение сварочной дуги. По окончании сварки детали из бронзы зачищают от флюса.

Широкое распространение получил метод дуговой сварки плавлением (существует ручной и автоматический метод).

Ручное сваривание бронзовых деталей выполняют электродами из бронзы и других металлов. Чаще всего металлическими электродами сваривают бронзу и углеродистую сталь. На производстве для сваривания бронзы используют электроды, имеющие толстое покрытие, именуемое обмазкой. Ее состав включает алюминиевую пудру, ферромарганец, криолит, калий и др. Для сварки используют такой электрод, у которого стержень идентичен преобладающему металлу в свариваемых изделиях.

Предварительно на рабочую зону, где будет проводиться сварка, наносят флюс. В зависимости от преобладающего в сплаве металла (олово или алюминий) выбирают подходящий флюс. Если основу бронзы составляет олово, берут флюсы, содержащие бор, если алюминий - флюсы, состоящие из фтора и хлора.

9. Положение и перемещение электрода при сварке.

Положение электрода. Наклон электрода при сварке зависит от положения сварки в пространстве, толщины и состава свариваемого металла, диаметра электрода, вида и толщины покрытия.

Направление сварки может быть слева направо, справа налево, от себя и к себе (рис. 1, а).

Независимо от направления сварки положение электрода должно быть определенным: он должен быть наклонен к оси шва так, чтобы металл свариваемого изделия проплавлялся на наибольшую глубину. Для получения плотного и ровного шва при сварке в нижнем положении на горизонтальной плоскости угол наклона электрода должен быть 15° от вертикали в сторону ведения шва (рис. 1, б).

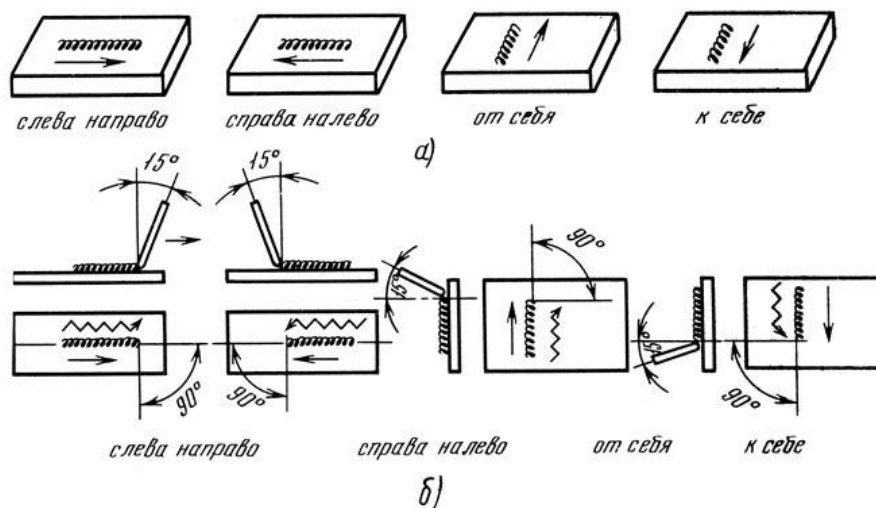


Рис. 1. Направления сварки (а) и наклон электрода (б)

Обычно дуга сохраняет направление оси электрода; указанным наклоном электрода сварщик добивается максимального проплавления металла изделия. При этом улучшается формирование шва, а также уменьшается скорость охлаждения металла сварочной ванны, что предотвращает образование горячих трещин в шве.

При шланговой полуавтоматической сварке положение электродной проволоки аналогично положению электрода при ручной сварке покрытыми электродами.

Перемещение электрода. Для получения валика нужной ширины производят поперечные колебательные движения электрода. Если перемещать электрод только вдоль

оси шва без поперечных колебательных движений, то ширина валика определяется лишь силой сварочного тока и скоростью сварки и составляет от 0,8 до 1,5 диаметра электрода. Такие узкие (ниточные) валики применяют при сварке тонких листов, при наложении первого (корневого) слоя многослойного шва, при сварке по способу опирания и в других случаях.

Чаще всего применяют швы шириной от 1,5 до 4 диаметров электрода, получаемые с помощью поперечных колебательных движений электрода.

Наиболее распространенные виды поперечных колебательных движений электрода при ручной сварке (рис. 2):

- прямые по ломаной линии;
- полумесяцем, обращенным концами к наплавленному шву;
- полумесяцем, обращенным концами к направлению сварки;
- треугольниками;
- петлеобразные с задержкой в определенных местах.

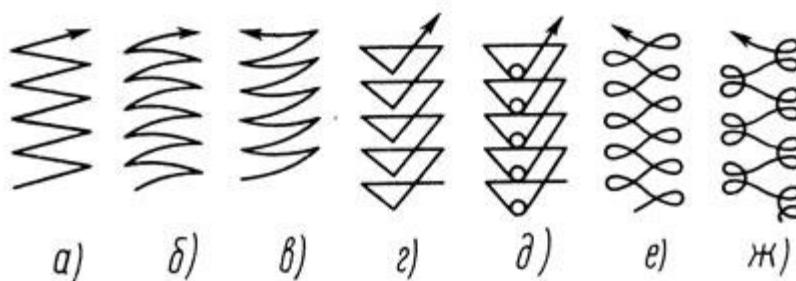


Рис. 2. Основные виды поперечных движений конца электрода: а, б, в, г - при обычных швах, д, е, ж - при швах с усиленным прогревом кромок

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

Движения полумесяцем, обращенным концами к наплавленному шву, применяют для стыковых швов со скосом кромок и для угловых швов с катетом менее 6 мм, выполняемых в любом положении электродами диаметрами до 4 мм.

Движения треугольником неизбежны при выполнении угловых швов с катетами шва более 6 мм и стыковых со скосом кромок в любом пространственном положении. В этом случае достигается хороший провар корня и удовлетворительное формирование шва.

Петлеобразные движения применяют в случаях, требующих большого прогрева металла по краям шва, главным образом при сварке листов из высоколегированных сталей. Эти стали обладают высокой текучестью и для удовлетворительного формирования шва приходится задерживать электрод на краях, с тем чтобы предотвратить прожог в центре шва и вытекание металла из сварочной ванны при вертикальной сварке. Петлеобразные движения можно с успехом заменить движениями полумесяцем с задержкой дуги по краям шва.

10. Особенности и технология сварки алюминия и его сплавов ручной дуговой сваркой.

Алюминий - один из наиболее распространенных элементов в природе. Алюминий имеет малый удельный вес — $2,7 \text{ г/см}^3$, высокую электро- и теплопроводность, на его поверхности есть окисная плёнка, имеющая высокую температуру плавления 2050°C , температура же плавления самого алюминия — около 660°C .

Сплавы алюминия с марганцем, кремнием, магнием и медью обладают большей прочностью, чем сам алюминий.

Тугоплавкая плёнка на каплях расплавленного металла, препятствует сплавлению металла, поэтому при сварке необходима защита от воздуха.

Основные трудности при сварке алюминия следующие:

- тугоплавкая пленка окиси алюминия;
- возможность образования пор;
- образование кристаллизационных трещин в металле шва;
- низкая температура плавления;
- высокая теплопроводность;
- значительные остаточные напряжения и деформации.

Причиной образования пор в сварном шве является водород, который стремится выйти в атмосферу, а кристаллизационные трещины возникают из-за повышенного содержания кремния.

Металл обладает большой усадкой, что является причиной деформаций при остывании заготовок.

Значительная теплопроводность алюминия требует применения сварочного тока, превосходящего в несколько раз ток при сварке сталей

Сварочный процесс начинается с предварительной подготовки рабочих кромок. Главная цель – очистка поверхности, которая проводится в несколько этапов:

- заготовки нужно тщательно зачистить с помощью химических составов;
- после высыхания поверхность необходимо обезжирить любым растворителем: ацетон, авиационный бензин, уайт-спирит или другой жидкостью;
- если свариванию подлежат изделия толщиной свыше 4 мм., то кромки следует разделать;
- завершающей процедурой является очищение кромок от оксидного слоя; для этого применяются следующие инструменты: напильник, наждачная бумага, щетка с ворсинками из стали.

Ручная дуговая сварка алюминия покрытыми электродами (технология ММА). Данный способ применяется для ответственных конструкций из чистого алюминия и его сплавов: AlSi, AlMg и AlMn; толщина изделий не превышает 4 мм.

Этот метод обладает несколькими недостатками:

- пористость и низкая прочность шва подразумевает невысокое качество соединения;
- большое количество брызг расплавленного металла;
- плохая отделяемость шлаковой корки, которая может вызвать коррозию.

Сваривание выполняется постоянным током обратной полярности без поперечных колебаний. Силу тока следует рассчитывать следующим образом: 25-30 А на 1 мм.электрода.

Для сварки алюминия предназначены несколько марок электродов: ОЗА, ОЗАНА и УАНА. Полный перечень представлен в разделе “Электроды по алюминию”.

Для получения более качественного соединения рекомендуется подогреть детали перед сваркой: изделия средней толщины до температуры 250-300°C, для массивных конструкций – до 400°C.

11.Способы наложения швов различной протяженности.

Способ наложения шва зависит от длины последнего и толщины свариваем заготовок. В зависимости от длины швы условно подразделяют на короткие (до 300 мм), средние (300-1000 мм) и длинные (свыше 1000 мм).

Короткие соединения сваривают от начала к концу выполняемого шва в одном направлении (рис. 1, а). Соединения средней длины сваривают участками (рис. 1, б, в).

Длину участка выбирают такой, чтобы его можно было сварить целым числом электродов (двумя, тремя и т. д.). Сварку участков начинают в центре будущего шва и ведут от середины к концам или обратноступенчатым способом от одного края к другому.

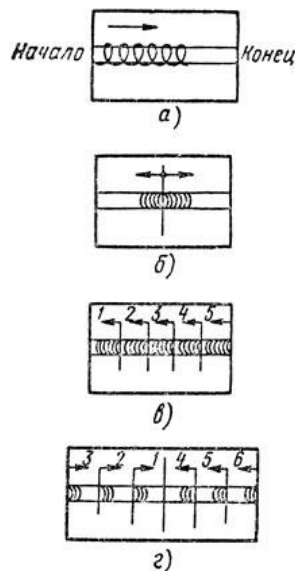


Рис. 1. Схема сварки швов различной протяженности: а - сварка на проход для выполнения коротких соединений; б - сварка соединений средней длины от середины к концам шва; в - сварка обратноступенчатым способом для выполнения соединений средней длины (1 - 5 - последовательность наложения швов); г - сварка обратноступенчатым способом от середины к концам шва для выполнения длинных соединений

Вопрос 12. Особенности и технология сварки никеля.

Никеля является тяжелым металлом с высокой прочностью и пластичностью, а также жаропрочностью. Температура плавления - 1453°C.

Сварку никеля затрудняет присутствие окиси никеля, температура плавления которой выше 1650°C, чем у самого металла, склонность металла шва образовывать поры и кристаллизационные трещины.

Причинами образования пор в металле шва при сварке никеля являются высокая растворимость газов (особенно водорода и кислорода) при высоких температурах, а также их выделение в процессе кристаллизации.

Кристаллизационные трещины вызываются, главным образом, примесями серы, которые входят в основной металл.

Ручная дуговая сварка металлическим электродом.

Дуговую сварку металлическим электродом выполняют короткой дугой (2-4 мм) на постоянном токе обратной полярности. Для сварки используют электроды типа НЗ7К.

Во время сварки концом электрода совершают небольшие возвратно-поступательные движения. При смене электрода или случайных обрывах дуги ее возбуждают, отступая на 5-6 мм от кратера назад (зачистив перед этим шов от шлака). Если сварку ведут слоями, то каждый последующий шов сваривают только после

Сущность способа двойного слоя заключается в том, что наложение второго слоя производится по неостывшему первому после удаления сварочного шлака. Сварка на длине 200 - 400 мм ведется в противоположных направлениях. Этим предотвращается появление горячих трещин в шве при сварке металла толщиной 15 - 20 мм, обладающего значительной жесткостью.

При толщине стальных листов 20 - 25 мм и более для предотвращения трещины применяют сварку каскадом или горкой. Заполнение многослойного шва для сварки секциями и каскадом производится, как видно из рис. 49, по всей свариваемой толщине на определенной длине ступени. Длина ступени подбирается такой, чтобы металл в корне шва имел температуру не менее 200°C в процессе выполнения шва по всей толщине. В этом случае металл обладает высокой пластичностью и трещин не образуется. Длина ступени при каскадной сварке равна 200 - 400 мм, а при сварке секциями - больше. Сварка горкой производится проходами по всей толщине металла. Способ сварки выбирается в зависимости от химического состава и толщины металла, числа слоев и жесткости свариваемого изделия.

Многослойная сварка имеет перед однослойной следующие преимущества:

1. Уменьшается объем сварочной ванны, в результате чего скорость остывания металла возрастает и размер зерен уменьшается.
2. Химический состав металла шва близок к химическому составу наплавленного металла, так как малая сила сварочного тока при многослойной сварке способствует расплавлению незначительного количества основного металла.
3. Каждый последующий слой шва термически обрабатывает металл предыдущего слоя и околошовный металл имеет мелкозернистую структуру с повышенной пластичностью и вязкостью.

Каждый слой шва должен иметь толщину 3 - 5 мм (при сварке низкоуглеродистой стали) в зависимости от силы сварочного тока.

При сварочном токе 100 А дуга расплавляет металл верхнего слоя на глубину около 1,5 мм, а металл нижнего слоя (глубина более 1,5 мм) нагревается от 1500 до 1100°C и при быстром охлаждении образует мелкозернистую литую структуру.

При сварочном токе 200 А толщина слоя может быть увеличена до 5 мм, а термическая обработка нижнего слоя произойдет на глубине около 2,5 мм.

Термическая обработка металла корневого шва с получением мелкозернистой структуры осуществляется нанесением подварочного валика, который выполняется электродом диаметром 3 мм при сварочном токе 100 А. Перед нанесением подварочного валика корень шва очищают термической резкой или резцом. Подварочный валик накладывается по длине напроход.

Термическая обработка металла верхнего слоя выполняется нанесением отжигающего (декоративного) слоя. Толщина отжигающего слоя должна быть минимальной (1 - 2 мм), обеспечивающей высокую скорость остывания и мелкозернистую структуру верхнего слоя. Отжигающий слой выполняется электродами диаметрами 5 - 6 мм при токе 200 - 300 А в зависимости от толщины листа.

Окончание шва. В конце шва нельзя сразу обрывать дугу и оставлять на поверхности металла кратер. Кратер может вызвать появление трещины в шве вследствие содержания в нем примесей, прежде всего серы и фосфора. При сварке низкоуглеродистой стали кратер заполняют электродным металлом или выводят его в сторону на основной металл. При сварке стали, "склонной к образованию закалочных микроструктур, вывод

кратера в сторону недопустим ввиду возможности образования трещины. Не рекомендуется заваривать кратер за несколько обрывов и зажигания дуги ввиду образования окисных загрязнений металла. Лучшим способом окончания шва будет заполнение кратера металлом за счет прекращения поступательного движения электрода вниз и медленного удлинения дуги до ее обрыва.

14. Разделительная дуговая резка металлов электродами.

Дуговой резкой называют процесс выплавления металла, нагреваемого дугой и вытекающего из полости реза. Для обеспечения и ускорения дуговой резки процесс ведут при вертикальном или наклонном положении разрезаемого изделия, так как при этом вытекание расплавляемого металла облегчается.

Дуговая резка по сравнению с газовой имеет ряд недостатков: широкий рез, неровность его краев, натеки на нижнем крае реза, поэтому ее применение сравнительно ограничено. Дуговую резку применяют в тех случаях, когда металл не поддается газовой резке, когда отсутствует оборудование для резки газом или в случае таких работ, как разделка лома, отрезка литников и т.п. Для увеличения производительности применяют выдувание расплавляемого металла сжатым воздухом.

Основные процессы дуговой резки металла основаны на расплавлении металла в месте реза и удалении его за счет давления дуги и собственного веса, а в некоторых случаях и дополнительного потока воздуха. Резку металла, как правило, выполняют вручную угольными или покрытыми металлическими электродами и используют для чугуна, высоколегированных сталей, цветных металлов и сплавов. Качество реза обычно низкое, с неровными кромками, покрытыми шлаком и оплавившимся металлом. Перед последующей сваркой требуется обязательная механическая обработка. Производительность резки невысокая.

Данный способ резки заключается в том, что сила тока устанавливается на 30-40% больше, чем при сварке; в результате чего металл проплавляется мощной электродугой. Электрическая дуга зажигается у начала реза на верхней кромке и в процессе резки дугу перемещают вниз вдоль разрезаемой кромки, как показано на рис.1

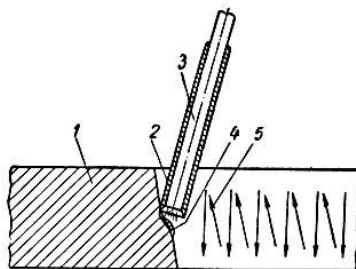


Рис.1 Дуговая резка последовательным выплавлением: 1 - разрезаемая деталь; 2 - покрытие- электрода; 3 - электродный стержень; 4 - капля расплавленного металла; 5 траектория движения конца электрода

Образующиеся капли расплавленного металла выталкивают козырьком покрытия электрода. Козырек электрода при этом служит еще изолятором от замыкания на металл.

Дуговая резка металла не требует специального оборудования и может быть осуществлена там, где выполняется дуговая сварка. Дуговая резка металла возможна в различных пространственных положениях. Подобная универсальность способствует применению (особенно в монтажных условиях) дуговой резки металла для углеродистых и низколегированных сталей. Резку металла можно выполнять как разделительную, так и

поверхностную для выплавления канавок в основном металле, удаления дефектов в сварных швах и литейных отливках и т.д.

15. Выбор режима сварки.

Под режимом сварки понимают совокупность показателей, определяющих характер протекания процесса сварки. Эти показатели влияют на количество тепла, вводимого в изделие при сварке: К основным показателям режима сварки относятся: диаметр электрода или сварочной проволоки, сила сварочного тока, напряжение на дуге и скорость сварки. Дополнительные показатели режима сварки: род и полярность тока, тип и марка покрытия электрода, угол наклона электрода, температура предварительного нагрева металла.

Выбор режима ручной дуговой сварки часто сводится к определению диаметра электрода и силы сварочного тока. Скорость сварки и напряжение на дуге устанавливаются самим сварщиком в зависимости от вида сварного соединения, марки стали, марки электрода, положения шва в пространстве и т. д.

Диаметр электрода выбирается в зависимости от толщины свариваемого металла, вида сварного соединения, типа шва и других факторов.

При сварке встык листов толщиной до 4 мм в нижнем положении диаметр электрода берется равным толщине свариваемой стали. При сварке стали большей толщины применяют электроды диаметром 4 - 6 мм при условии обеспечения полной возможности провара металла соединяемых деталей и правильного формирования шва. Применение электродов диаметром более 6 мм ограничивается вследствие большой массы электрода и электрододержателя. Кроме того, прочность сварных соединений, выполненных электродами больших диаметров, снижается за счет возможного непровара в корне шва и большой столбчатой макроструктуры металла шва.

В многослойных стыковых и угловых швах первый слой или проход выполняется электродом диаметром 2 - 4 мм; последующие слои и проходы выполняются электродом большего диаметра в зависимости от толщины металла и формы скоса кромок.

В многослойных швах сварка первого слоя электродом малого диаметра рекомендуется для лучшего провара корня соединения. Это относится как к стыковым, так и угловым швам.

Сварка в вертикальном положении выполняется обычно электродами диаметром не более 4 мм, реже - 5 мм; электроды диаметром 6 мм могут применяться только сварщиками высокой квалификации.

Потолочные швы, как правило, выполняются электродами не более 4 мм.

Силу сварочного тока выбирают в зависимости от диаметра электрода. Для выбора силы тока можно пользоваться простой зависимостью:

$$I = Kd,$$

где $K = 35-60$ А/мм;

d - диаметр электрода, мм.

Относительно малый сварочный ток ведет к неустойчивому горению дуги, непровару и малой производительности. Чрезмерно большой ток ведет к сильному нагреву электрода при сварке, увеличению скорости плавления электрода и непровару, повышенному разбрызгиванию электродного материала и ухудшению формирования шва. На величину коэффициента K влияет состав электродного покрытия: для газообразующих покрытий K берется меньше, чем для шлакообразующих покрытий; например, для

электродов с железным порошком в покрытии (АНО-1, ОЗС-3) сварочный ток на 30 - 40% больше, чем для электродов с обычными покрытиями.

При сварке вертикальных и горизонтальных швов ток должен быть уменьшен против принятого для сварки в нижнем положении примерно на 5 - 10%, а для потолочных - на 10 - 15%, с тем чтобы жидкий металл не вытекал из сварочной ванны.

16. Поверхностная дуговая резка металлов электродами.

Дуговой резкой называют процесс выплавления металла, нагреваемого дугой и вытекающего из полости реза. Для обеспечения и ускорения дуговой резки процесс ведут при вертикальном или наклонном положении разрезаемого изделия, так как при этом вытекание расплавляемого металла облегчается.

. Электрический дуговой разряд часто используют для поверхностной резки - удаления прихваток, разделки трещин и дефектов литья и т. д. При этом обрабатываемую деталь устанавливают так, чтобы выплавляемый металл под действием собственного веса мог беспрепятственно стекать: из выплавляемого участка. Это может быть достигнуто при вертикальном или наклонном расположении поверхности, на которой должны получить канавку заданной формы и размеров.

Дугу возбуждают в верхней части реза, после чего перемещают электрод вниз, удерживая его под углом 10 - 60° к обрабатываемой поверхности. Скорость перемещения электрода должна быть такой, чтобы капли выплавляемого металла все время находились под действием дуги.

Дугу следует поддерживать длиной 3 - 6 мм. Во время выплавки целесообразно придавать электроду равномерные колебательные движения сверху вниз и обратно, как бы сгоняя выплавляемый металл вниз.

Используя поверхностную резку для металла небольшой толщины, нужно следить за тем, чтобы не допускать его сквозного проплавления.

Если обрабатываемой поверхности придать вертикальное или наклонное положение затруднительно, то можно производить поверхностную резку при горизонтальном положении детали, используя стальные обмазанные электроды.

Такой электрод должен во время горения дуги создавать достаточно прочный "козырек" из обмазки. При этом электрод используют не только для поддержания дуги и управления ею, но и для удаления расплавленного металла. С этой целью, нажимая концом электрода на поверхность расплавленной ванны, действуют им как своеобразным "скребком". При этом электрод удерживают под углом 15 - 20° к поверхности листа. В результате выплавляемый металл выталкивается вперед и по бокам образующейся канавки. Чтобы избежать повторного затекания выплавленного металла в канавку, образующуюся за электродом, прорезание канавок небольшой протяженности (до 150 мм) следует производить за несколько проходов, быстро перемещая электрод. Это необходимо для того, чтобы обрабатываемая деталь не успевала сильно нагреться и не происходило приваривания выплавляемого металла к кромкам. За каждый проход выплавляют металл лишь на очень ограниченную глубину (1,5 - 2 мм).

Канавки значительной длины выплавляют при возвратно-поступательном движении электрода (рис.1). При поверхностной резке необходимо следить за тем, чтобы поверхность образующейся сзади электрода канавки всегда была темной, что свидетельствует о полном удалении расплавленного металла и хорошем качестве получаемой поверхности. Эта же техника выплавления может быть применена при прорезке узких канавок на вертикальных и наклонных поверхностях, благодаря чему

процесс выплавления несколько ускоряется.

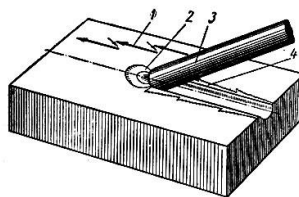


Рис.1 Дуговая выплавка горизонтальных канавок: 1 - характер движения конца электрода; 2 - волна выплавляемого металла; 3 - электрод; 4 - застывший выплавленный металл

Наибольшая интенсивность выплавления соответствует электроду, наклоненному под углом $10 - 15^\circ$. При меньшем угле наклона электрода значительная часть энергии дуги вместе с нагретыми ионизированными газами рассеивается в окружающую среду. При большем угле удаление расплавленного металла из образующейся ванны затрудняется; металл дольше задерживается в ванне, и в результате возникающего при этом перегрева (увеличивается T_k) интенсивность выплавления снижается.

Диаметр электрода при поверхностной резке выбирают соответственно заданной ширине канавки

Канавки большой ширины выплавляют на вертикальных поверхностях, сообщая электроду поперечные колебания. Глубину канавки регулируют скоростью перемещения электрода. Канавки значительной глубины выплавляют за несколько проходов.

Качество поверхности при поверхностной резке удовлетворительное; поверхность получается ровной, покрытой тонкой пленкой окисленного металла.

17. Влияние режима сварки на форму и размеры шва.

Сварной шов характеризуется шириной шва b , глубиной провара $h_{\text{п}}$, высотой выпуклости (усиления) $h_{\text{в}}$, а также коэффициентом формы провара.

$$\psi = b/h_{\text{п}}$$

и коэффициентом выпуклости шва $b/h_{\text{п}}$

Числовыми коэффициентами формы и выпуклости шва задаются при проектировании сварных изделий. Например, коэффициент формы провара при ручной дуговой сварке может быть принят от 1 до 20.

Уменьшение диаметра электрода при постоянном сварочном токе повышает плотность тока в электроде и глубину провара, что объясняется увеличенным давлением дуги. С уменьшением диаметра электрода ширина шва уменьшается за счет уменьшения катодного и анодного пятен. С изменением силы тока меняется глубина провара. Под влиянием давления дуги, которое увеличивается с возрастанием тока, расплавленный металл вытесняется из-под основания дуги (рис. 1), что может привести к сквозному проплавлению.

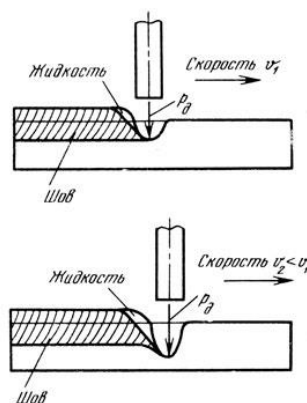


Рис. 1. Схема сил взаимодействия между дугой и жидкостью в хвосте сварочной ванны: Р_д - давление дуги

Направление давления дуги можно изменять наклоном электрода или изделия и тем самым достигать различной глубины провара при одном и том же токе.

Повышение напряжения дуги за счет увеличения ее длины приводит к снижению сварочного тока, а следовательно, и к снижению глубины провара. Ширина шва при этом повышается независимо от полярности сварки.

С увеличением скорости ручной сварки глубина провара и ширина шва понижаются.

18. Сущность, виды и применение наплавки

Наплавкой называется процесс нанесения слоя расплавленного металла (называемого присадочным) на поверхность основного металла, который расплавляется на небольшую глубину. Наплавкой на изделия может быть образован поверхностный слой (или слои) с особыми свойствами (износостойкость, антифрикционность, жаростойкость кислотостойкость т.д.).

Наплавка широко применяется в ремонтном деле для восстановления изношенных деталей: используется она при изготовлении новых деталей.

По своей сути наплавка — это один из видов сварочных технологий, т. к. она основана на тех же физических и технологических принципах, что и традиционные виды сварки. Для восстановления и защиты поверхностей деталей с помощью слоя расплавленного металла используют различные способы наплавки, отличающиеся друг от друга методами плавления и составами сварочной среды: электродуговые, газопламенные, плазменные, лазерные, индукционные и пр. С помощью этой технологии можно наплавлять на рабочие плоскости стальных конструкций металлы различного химического состава, в том числе медь, бронзу, чугун, а также никелевые, кобальтовые и хромовые сплавы.

В отличие от сварки в процессе наплавки участвует сравнительно небольшое количество основного металла, так как глубина проплавления также небольшая. Вследствие этого внутренние напряжения и деформации деталей, склонность к образованию трещин незначительны.

Одна из важнейших задач при наплавке - получение однородного химического состава наплавленного металла, а следовательно, одинаковых его свойств на всей поверхности наплаваемого изделия.

19. Техника выполнения стыковых сварных соединений в нижнем положении

Сварку стыковых соединений выполняют с одной или двух сторон. Для борьбы с прожогами применяют остающиеся или съемные подкладки. Остающиеся подкладки

изготавливают из стальных полос толщиной 2 - 4 мм при ширине 30-40 мм. Съёмные подкладки изготавливают из материала, который во время сварки не плавится, т. е. обладает хорошей теплопроводностью и теплоемкостью. Этим требованиям отвечает медь, а также графит и керамика. Съёмные подкладки в процессе сварки иногда охлаждают проточной водой. Сварка на подкладках имеет следующие преимущества:

- сварщик работает более уверенно, не боится прожогов и натеков и может увеличить сварочный ток на 20 - 30%;
- исключается необходимость подварки корня шва обратной стороны.

При сварке стыковых соединений (рис. 1) без разделки и с разделкой кромок в зависимости от толщины свариваемых листов (от 3 до 26 мм), диаметра электрода сварку выполняют в два и более слоев. Выполнение шва начинают с наложения первого слоя, состоящего из одного валика. Дугу возбуждают на скосе кромки, а затем, переместив дугу на середину соединения, проваривают края скоса кромок (корень шва). На скосах кромок движение электрода замедляют, чтобы улучшить их провар, а при переходе конца электрода с одной кромки на другую скорость его движения увеличивают для того, чтобы избежать прожога притупленных кромок.

При сварке первого слоя применяют электроды диаметром 2, 3 или 4 мм. Электроды большого диаметра не обеспечивают надежный провар корня шва. Перед наложением следующего слоя поверхность предыдущего зачищают от шлака и брызг.

Образование шва заканчивают наплавкой усиления высотой 2-3 мм. После заполнения всего сечения шва со стороны разделки кромок с приданием ему требуемого усиления изделие поворачивают, а затем пневматическим зубилом или воздушно-дуговой строжкой вырубляют или выплавляют в корне шва канавку шириной 8-10 мм и глубиной 3 - 4 мм, которую заваривают за один проход швом, придавая ему небольшое усиление.

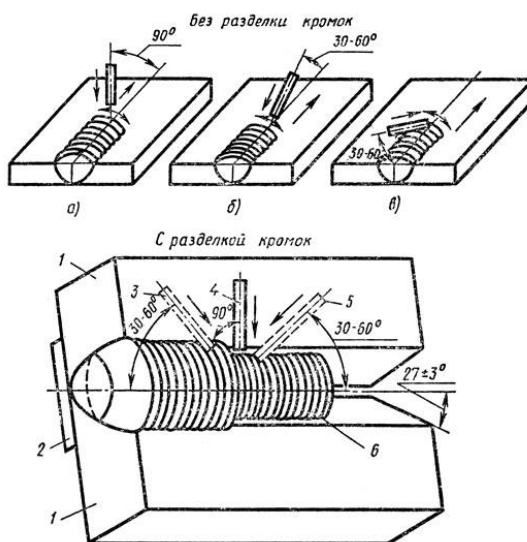


Рис. 1. Техника сварки стыкового соединения: а - вертикально расположенным электродом, б - углом назад, в - углом вперед; 1 - свариваемые пластины, 2 - подкладка, 3 - положение электрода углом вперед, 4 - вертикально расположенным электродом, 5 - положение электрода углом назад, 6 - корневой шов

20. Материалы, применяемые для наплавки

При наплавке используются различные материалы: проволока наплавочная и порошковая, электроды, флюсы и т.д.

Покрытые электроды. Для наплавки различных деталей применяют электроды, предназначенные для сварки различных сталей и сплавов, и специальные электроды. ГОСТ 10051 - 75 предусматривает 44 типа электродов, обеспечивающих твердость наплавленного слоя от 28 до 66 HRC.

Условное обозначение электродов должно соответствовать ГОСТ 9466 - 75. Например, электроды типа Э-11ГЗ по ГОСТ 10051 - 75, марки ОЗН - 300У, диаметром 4,0 мм, для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами Н, с толстым покрытием Д, 1-й группы, с установленной по ГОСТ 10051 - 75 группой индексов, указывающих характеристики наплавленного металла, 300/32 - 4, с основным покрытием Б, для наплавки в нижнем положении 4 на постоянном токе обратной полярности (0).

Э -11ГЗ-ОЗН=300У-4,0-НД1

Е-300/32-1-Б40

Порошковая проволока и лента. Порошковая проволока, представляющая собой оболочку из мягкой ленты, заполненную легирующими компонентами, заменяет дорогостоящую легированную проволоку.

Порошковой проволокой можно наплавлять изделия под флюсом, в защитных газах и открытой дугой. В настоящее время разработано большое количество марок порошковой проволоки, например ПП-АН120, ПП-АН121, ПП-АН122 - для наплавки под флюсом деталей машин из углеродистых сталей, ПП-АН105 - для наплавки высокомарганцовистых сталей, ПП-АН170 - для наплавки высокохромистых сталей. Промышленностью выпускаются порошковые ленты ПЛ-АН101, ПЛ-АН 102 - универсальные, предназначенные для наплавки как под флюсом, так и открытой дугой.

При дуговой наплавке порошковой проволокой применяют токи меньшей величины, чем для сварки. В этом случае глубина проплавления металла изделия снижается и наплавочный материал меньше перемешивается с основным, в результате чего твердость наплавленного металла возрастает.

Литые прутки для наплавки. Для наплавки в защитной среде аргона или газокислородным пламенем выпускаются литые прутки диаметром 6 - 8 мм и длиной до 400 мм. Литые прутки также идут на изготовление покрытых электродов для ручной дуговой наплавки, например, марки ГН-1 со стержнем из сплава сормайт (для ремонта и изготовления быстроизнашивающихся деталей горячих центробежных насосов, деталей засыпных аппаратов доменных печей, арматуры для нефтепродуктов); марки ЦН-2 со стержнем из стеллита. ВЗК (для наплавки арматуры котлов высоких параметров).

Вопрос 21. Сварка угловых, тавровых и нахлесточных соединений в нижнем положении.

Сварка угловых, тавровых и нахлесточных соединений бывает однослойной, многослойной (однослойную применяют для швов с катетом до 10 мм) и многослойной многопроходной. Угловые, тавровые и нахлесточные соединения можно сваривать и без колебаний электрода ниточным и уширенным валиком.

Колебания концом электрода производят, когда необходимо наложить шов с большим катетом. При выполнении сварных соединений возможно образование непровара в одной из сторон, а также непровар угла и подрез верхней и нижней кромок. Лучше всего сварку угловых, тавровых и нахлесточных соединений вести в положении "в лодочку" (рис. 1, а).

Сварку в «лодочку» не всегда возможна. Тогда сварку выполняют наклонным электродом. Однако в этих случаях возрастает опасность непровара корня шва и кромки

нижнего листа. Чтобы обеспечить достаточный прогрев кромок свариваемых частей, электрод держат с наклоном в 45-50° и производят поперечные движения треугольником с задержками в корне шва или без задержек.

При сварке наклонным электродом (рис. 1,б) или с оплавлением верхней кромки (рис. 1,в) процесс сварки целесообразнее вести электродом, расположенным углом назад.

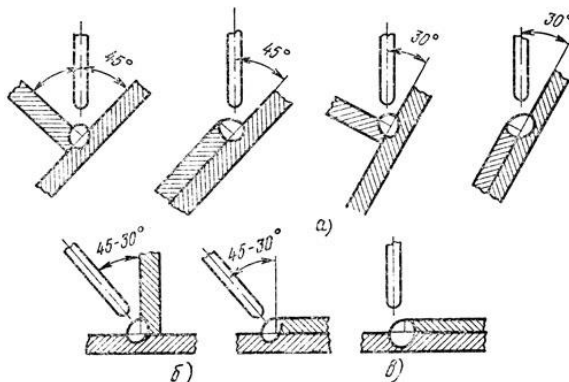


Рис. 1. Способы выполнения угловых, тавровых и нахлесточных швов: а - сварка в симметричную и несимметричную 'лодочку', б - наклонным электродом, в - сварка с оплавлением кромки

22. Техника ручной наплавки покрытым электродом.

Наплавка представляет собой нанесение дополнительного слоя металла на поверхность различных изделий и деталей посредством сварки. Данная процедура не только восстанавливает первоначальные свойства детали, но и придает ей дополнительные ценные характеристики. Является одним из самых простых и эффективных способов возвращать элементам работоспособность.

Наплавка электродами с покрытием является наиболее универсальным методом, может осуществляться во всех пространственных положениях. Применяется как в промышленной отрасли, так и в бытовой сфере.

Популярность данного способа обусловлена несколькими причинами: простота, удобство, гибкость, отсутствие необходимости в специальном оснащении.

Основные недостатки: низкая производительность, тяжелые условия для исполнителя, нестабильность качества полученного слоя, большое проплавление основного материала.

Наплавление требует от исполнителя наличия определенных навыков. Необходимо при минимальном токе оплавить оба компонента.

С помощью определения состава металла подбирается тип электрода, а толщина и форма заготовок влияет на диаметр сварочного стержня. Если толщина наплавленного материала составляет менее 1,5 мм, то диаметр прутка должен быть 3 мм. При толщине более 1,5 мм. – 4-6 мм.

Поверхность детали нужно очистить от различного рода загрязнений.

Необходимость предварительного подогрева и последующей термообработки также зависит от марки используемых электродов.

Наплавка изделий из стали осуществляется на постоянном токе обратной полярности.

Данный метод подразумевает применение различных схем наплавочных швов.

При работе с плоскими изделиями выделяют два основных вида:

- использование узких валиков (на картинке), каждый последующий валик

должен перекрывать другой на 0,3-0,4 своей ширины;

- применение широких валиков, которые получаются при увеличенных поперечных движениях электрода.

Ещё одним видом является накладка узких валиков на некотором расстоянии друг от друга. Шлаковая корка удаляется после наложения нескольких валиков. Затем промежутки также заполняются валикам.

23. Особенности выполнения вертикальных, горизонтальных и потолочных швов.

Вертикальные швы выполняют двумя способами: снизу вверх и сверху вниз. При сварке снизу вверх (рис. 1) дугу возбуждают в нижней точке соединения и после образования ванночки расплавленного металла электрод отводят немного вверх и в сторону. Дуга при этом должна быть направлена на основной металл. Расплавленный металл при отводе электрода вверх затвердевает, образуя "полочку", на которую наплавляют и которая удерживает последующие капли металла при движении электрода вверх. Электрод рекомендуется наклонять вверх под углом $20-25^\circ$ к горизонту.

При сварке сверху вниз (рис. 2) дугу возбуждают в верхней точке шва и придают электроду сначала перпендикулярное, а после образования кратера - наклонное положение. Метод сварки сверху вниз рекомендуется применять в основном лишь для соединения тонкого металла и для выполнения первых слоев при наличии разделки кромок.

Вертикальные швы выполнять значительно труднее, чем нижние, так как в первом случае расплавленный металл под действием силы тяжести стремится вытечь из сварочной ванны. Вертикальные швы следует выполнять током на 10 - 15% меньшим, чем при выполнении швов в нижнем положении, и короткой дугой. Используемые для наложения вертикальных швов электроды должны иметь "короткие" шлаки. При выполнении вертикальных швов, как и при выполнении швов в нижнем положении, получают узкие и широкие валики. Движение электрода при наплавке узких валиков в вертикальном положении приводится на рис. 3, а широких - на рис. 4.

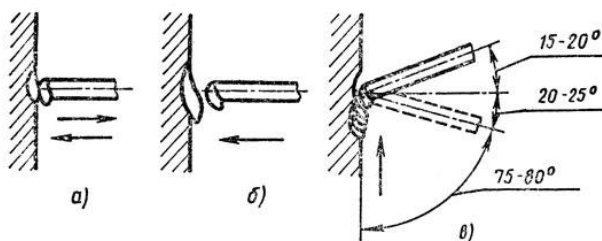


Рис. 1. Схема техники выполнения наплавки валиков и вертикальных швов на подъем: а - зажигание дуги, б - образование сварочной ванны, в - движение электрода вверх

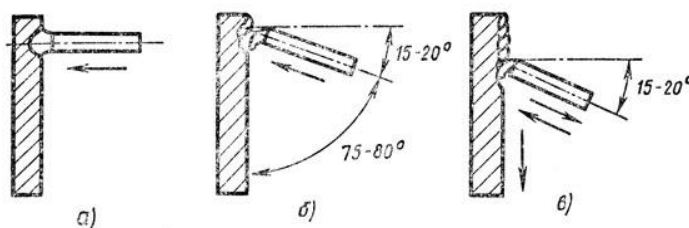


Рис. 2. Схема техники сварки (наплавки) на спуск: а - зажигание дуги, б - образование сварочной ванны, в - движение электрода вниз

При сварке стыковых горизонтальных соединений подготовка кромок необходима только для верхней кромки. Дугу возбуждают вначале на нижней горизонтальной кромке,

а затем перемещают на скошенную кромку. Горизонтальные швы выполняют вертикально расположенным электродом, углом назад и углом вперед. Движение электрода можно осуществлять на себя и от себя. Последовательность наложения слоев 1, 2, 3, 4, 5, 6 приведена на рис. 5. Угол наклона электрода к вертикальной плоскости свариваемого изделия должен составлять $75 - 80^\circ$.

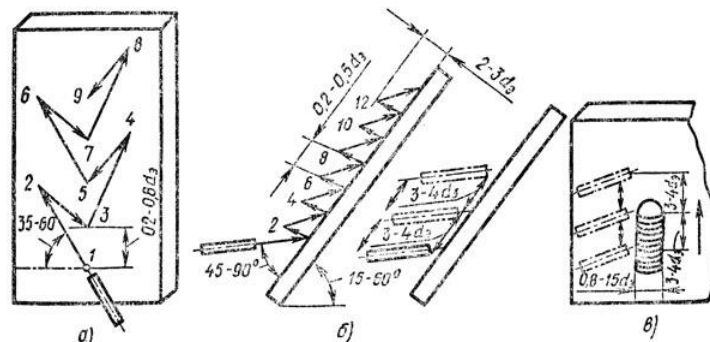


Рис. 3. Движения электрода при наплавке узких валиков при наклонном положении:

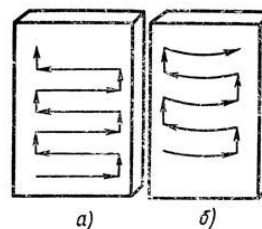


Рис. 4. Траектории движений электродом при сварке вертикальных швов на подъем: а - прямоугольная, б - криволинейная

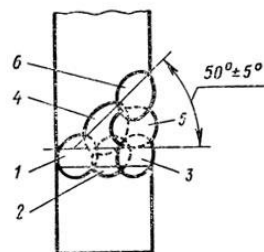


Рис. 5. Последовательность наложения слоев при выполнении горизонтального шва (1 - 6 очередность выполнения валиков)

Потолочные швы наиболее трудны для выполнения, так как расплавленный металл всегда стремится вытечь к сварочной ванне вниз. Незастывший металл удерживается в сварочной ванне силами поверхностного натяжения и давлением дуги.

Объем сварочной ванны должен быть минимальным, поэтому сварка возможна только при короткой дуге. Ток должен быть на 15 - 20% меньше, чем при сварке в нижнем положении. Потолочную сварку выполняют сварщики-потолочники, прошедшие специальную подготовку.

24. Техника выполнения наплавки на тела вращения.

Для восстановления поверхности цилиндров применяются следующие методы наплавления:

Наплавка электродами с обмазкой осуществляется тремя способами: а) валиками вдоль образующей цилиндра (продольная наплавка); б) валиками по замкнутым окружностям (круговая наплавка) и в) по винтовой линии.

Второй способ подразумевает, что деталь должна поворачиваться вокруг своей оси в течение всего рабочего процесса. Последний вариант является особенно удобным в случае механизированной наплавки, при которой деталь в процессе наплавки равномерно вращается.

Наплавку тел вращения вручную штучными электродами открытой дугой выполняют отдельными валиками вдоль образующей или круговыми валиками. В первом случае ось детали располагают горизонтально, а во втором — вертикально.

Наплавка отдельными валиками требует прерывания процесса и вызывает значительную деформацию детали вследствие несимметричного нагрева. Для предупреждения коробления необходимо наплавлять валики на диаметрально противоположные стороны детали. При механизированных способах наплавки тела вращения лучше всего наплавлять по винтовой линии или кольцевыми валиками.

Изделия малого диаметра и значительной длины следует обрабатывать первым способом. На очищенную поверхность наплавляют валик. Затем деталь поворачивают на 180° и на противоположной стороне наплавляют второй валик. После изделие поворачивают на 90° и наплавляют третий валик, через 180° — четвертый. Далее наплавляется пятый валик, который перекрывает первый. Следует отметить, что перед наложением следующего валика, предыдущие необходимо очистить от шлака.

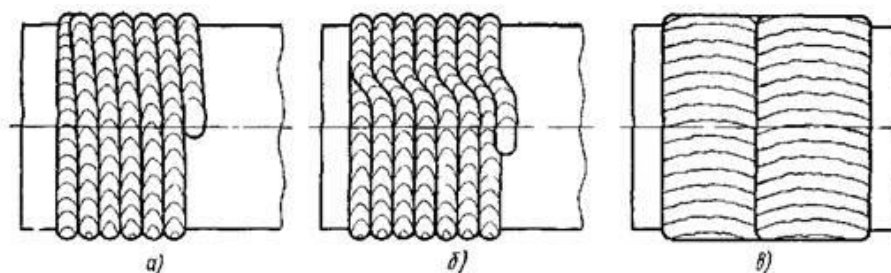


Рис. 13-17. Наплавка тел вращения:

а — по винтовой линии,
б — кольцевыми валиками с прерывистым смещением на шаг;
в — широким валиком

25. Сварка заготовок большой толщины

При повышенной толщине стали и большой протяженности швов резко возрастают остаточные сварочные напряжения, которые могут послужить причиной появления трещин в сварных швах. Поэтому при выполнении многослойных швов большой протяженности для уменьшения сварочных напряжений необходимо соблюдать определенный порядок наложения швов.

Многослойными швами сваривают металл толщиной свыше 8 мм. Сварка такими швами (многослойная сварка) имеет следующие преимущества перед однослойной:

- шов имеет более мелкозернистую структуру вследствие меньшего объема сварочной ванны;
- повышаются пластичность и вязкость металла шва;
- остаточные сварочные напряжения имеют более низкие значения, так как теплота, выделяемая при наложении последующих слоев, способствует релаксации напряжений.

При сварке толстого металла разделку кромок следует заполнять с малым интервалом времени между наложением отдельных слоев, чтобы каждый последующий

слой накладывался на горячий предыдущий. Чтобы обеспечивался достаточный прогрев и отжиг слоев, толщина каждого слоя не должна превышать 4—5 мм.

При наложении многослойного шва сначала проваривают его корень электродами диаметром 2...3 мм, затем сварку продолжают электродом большего диаметра.

Многослойные швы рекомендуется выполнять методом "горки" или каскадным методом. При сварке "горкой" (рис. 1,а) на участке длиной 200 - 300 мм накладывают первый слой. Затем после очистки первого слоя от шлака, окалины и брызг на него накладывают второй слой, по длине в два раза больше, чем первый. Наконец, отступив от начала второго слоя на 200 - 300 мм, выполняют третий слой. Таким образом, выполняют сварку (заполнение разделки) в обе стороны от центральной "горки" короткими швами.

Каскадный метод (рис. 1,б) является разновидностью сварки "горкой", применяют при сварке листов толщиной более 20-25 мм. Применяют также метод сварки блоками, сущность которого видна из рис. 1,в.

По сечению сварные швы могут быть выполнены за один проход - однопроводная сварка (рис. 2, а), за несколько слоев (каждый слой одним валиком, рис. 2,б), послойно валиками (многослойная многопроходная сварка, рис. 2, в).

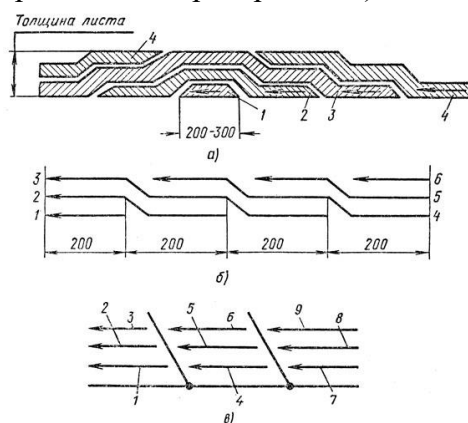


Рис. 1. Методы сварки металла большой толщины: а - схема выполнения длинных многослойных швов 'горкой' (1-4 - последовательность наложения швов); б - схема сварки каскадом для выполнения длинных многослойных швов каскадом (1-6 - последовательность сварки); в - схема сварки блоками (1-9 - последовательность наложения слоев).

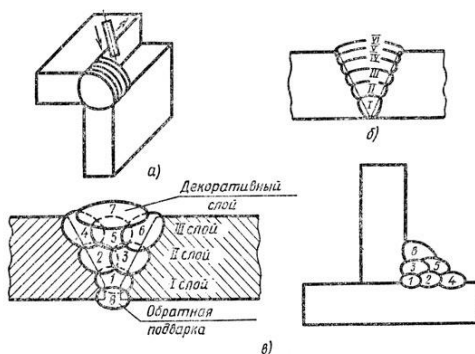


Рис. 2. Схема заполнения швов по сечению: а - однопроводная сварка, б - многослойная (I-VI слои); в - многослойная многопроходная

26. Восстановление деталей наплавкой

Достаточно большую долю в общем объеме работ по восстановлению деталей на ремонтных предприятиях составляют способы наплавки. Так, наплавка под слоем флюса составляет 32%, наплавка в среде углекислого газа – 20%, вибродуговая наплавка – 12%,

наплавка порошковой проволокой без флюсовой или газовой защиты – 10% и плазменная наплавка – 1,5%.

Наплавка является разновидностью сварки и заключается в том, что на поверхность исходной заготовки наносят слой расплавленного металла. В большинстве случаев наплавку используют для восстановления первоначальных размеров и формы изношенных изделий. Однако в некоторых случаях она применяется в качестве упрочняющей обработки при изготовлении новых (биметаллических) деталей, позволяющей заменить в изделиях высоколегированные стали углеродистыми путем наплавки на них высоколегированного износостойкого слоя. Она позволяет получить на поверхности деталей слой необходимой толщины и нужного химического состава, обладающего высокой твердостью и износостойкостью.

Толщину наплавленного слоя назначают в зависимости от условий работы деталей и предельно допустимой величины износа рабочих поверхностей. Для деталей, работающих на истирание, толщина наплавленного слоя не должна превышать 4 мм, а в условиях ударных нагрузок – 2 мм.

Практически при всех способах наплавки необходимо стремиться к увеличению высоты наплавленного слоя за один проход и снижению глубины проплавления основного металла, так как большая глубина проплавления недопустима из-за высокой вероятности образования больших остаточных напряжений и деформаций.

Для снижения остаточных напряжений и деформаций, особенно в ответственных деталях, применяют различные технологические приемы. К ним относится отжиг при температуре 600...850°C с последующим охлаждением вместе с печью или отпуск при температуре 400°C с выдержкой при этой температуре в течение 3 часов и охлаждением на воздухе, применение предварительного подогрева детали перед наплавкой до температуры 200...350°C. Кроме того, наплавочные работы необходимо проводить исходя из условий бездеформационной обработки. Так, следует избегать наплавки излишнего металла, с тем чтобы получить минимальный припуск на механическую обработку, который позволит уменьшить уровень остаточных напряжений и деформаций.

Решающее значение для получения необходимых эксплуатационных свойств восстанавливаемых изделий имеют правильно выбранные наплавочный материал и способ наплавки. Так, для повышения износостойкости при механическом изнашивании необходимо максимальное повышение твердости рабочих поверхностей, для устранения теплового изнашивания – повышение жаростойкости, а для предупреждения повреждаемости в результате схватывания необходимо вести наплавку присадочным материалом, обладающим малой склонностью к схватыванию.

Следует отметить, что при поступательном перемещении электрода (без поперечных колебаний) ширина валика составляет примерно 1,5 диаметра электрода (рис. 1,а).

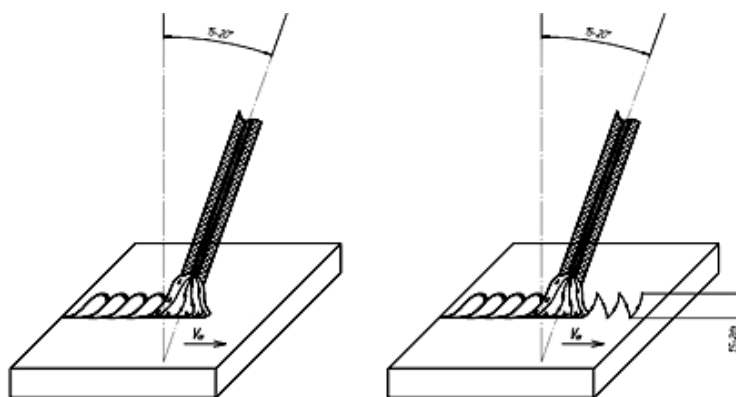


Рис. 1. Схема перемещения электрода при наплавке: а – без поперечных колебаний; б – с поперечными колебаниями

Для получения качественного слоя наплавленного металла большое внимание следует уделять скорости его охлаждения, так как при высокой скорости охлаждения в металле могут остаться не успевшие выделиться газы и шлаковые включения.

Снижению скорости охлаждения способствуют поперечные колебания электрода (рис. 1,б). Этот технологический прием, который называется широкослойной наплавкой, с успехом используется при восстановлении кулачков распределительного вала.

Во избежание попадания жидкого шлака на еще не расплавленный основной металл электрод во время наплавки располагают под углом $15...20^\circ$ к вертикали.

Высокую износостойкость наплавленного металла можно получить путем правильного выбора химического состава электродной проволоки, легирующих компонентов, находящихся в покрытии электрода.

Ручная электродуговая наплавка покрытыми электродами применяется при восстановлении деталей достаточно редко. С её помощью можно исправлять такие дефекты, как износ шпоночных канавок, износ паза под рычаг выключения сцепления, пазов вилок переключения передач и др.

Типичным примером ручной электродуговой наплавки плоской поверхности является восстановление изношенных пазов вилки под фланец каретки синхронизатора, изготовленной из низкоуглеродистой стали.

Примечательно, что режимы ручной электродуговой наплавки примерно такие же, как при сварке.

27. Техника и технология сварки тонкого металла.

Ручной дуговой сваркой соединять металл, имеющий толщину листов менее 2 мм, весьма затруднительно. Поэтому для исключения непрерывных прожогов по длине свариваемых кромок применяют следующие приемы:

- 1) выбирают электроды минимального диаметра;
- 2) применяют минимальную силу сварочного тока;
- 3) для устойчивого горения сварочной дуги накладывают токи высокой частоты: в сварочную цепь включают осциллятор;
- 4) предусматривают такое соединение, которое гарантировало бы исключение прожогов в процессе сварки.

Для толщины листов 1-2 мм целесообразно применять диаметр электрода не более 1,6-2 мм. Электроды должны иметь более тонкую обмазку - покрытие.

Величина сварочного тока должна быть достаточной для плавления электрода, т. е. 50-70 А. С целью стабильного горения сварочной дуги целесообразно в сварочную цепь включать осциллятор, который дает возможность мгновенно зажигать сварочную дугу и способствует ее легкому поддержанию во время сварки. Соединение должно обеспечивать более стабильное наложение сварного валика без прожогов.

Не рекомендуется проводить подобную работу при отсутствии требующихся навыков. Наиболее распространенными проблемами можно назвать:

1. Формирование сильного наплыва. Сварочная ванная может расплываться и даже проваливаться. Поэтому подобному моменту уделяется много внимания.

2. Прожиг тонкого материала происходит при сильном точечном нагреве. Как правило, подобная проблема возникает в случае выбора высокого показателя силы тока.

3. Появление низкокачественного валика. Контролировать короткую дугу достаточно сложно, как и распространение расплавленного материала.

28. Классификация дефектов сварных соединений.

Дефектом сварного соединения называется любое несоответствие требованиям, определяющимся нормативной документацией.

Все дефекты подразделяются на три вида: наружные, внутренние и сквозные.

К наружным дефектам относятся занижение размеров и превышение усиления сварных швов, смещение шва от оси, подрезы (рис. 1), наплывы, усадочные раковины, незаплавленные кратеры, наружная пористость, трещины, выходящие на поверхность шва или околошовной зоны. К наружным дефектам относятся также неравномерность ширины и катета шва и крупная чешуйчатость валика.

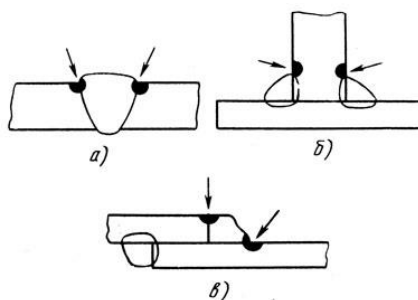


Рис. 1. Подрезы зоны сплавления: а - стыкового, б - углового, в - нахлесточного

К внутренним дефектам относятся газовые поры, шлаковые и неметаллические включения, непровары (рис. 2), трещины в металле шва и в зоне термического влияния.

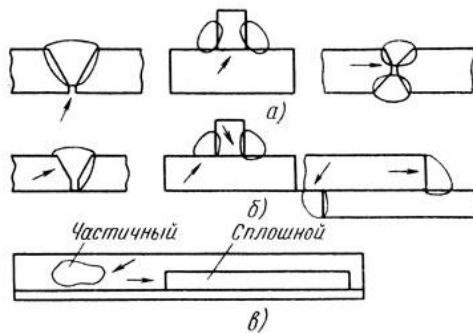


Рис. 2. Непровары: а - корня шва, б - зоны сплавления, в - частичный и сплошной

Сквозные дефекты представляют собой свищи, прожоги и сквозные трещины.

Причин дефектов сварных швов много, основные из них - низкое качество сварочных материалов, неправильная сборка, неисправность оборудования, отклонения от

технологии и низкая квалификация сварщиков.

29. Способы высокопроизводительной ручной дуговой сварки.

Для повышения производительности ручной дуговой сварки разработано несколько способов.

Сварка с глубоким проплавлением (благодаря такому методу производительность труда возрастает примерно на 50–70 %), в основу которого положено уменьшение объема наплавленного металла на единицу длины сварного шва. Чтобы добиться этого, применяют электрод с увеличенной толщиной покрытия. Поскольку его стержень расплавляется быстрее, чем покрытие, то последнее образует своеобразный «чехольчик», опираясь на который сварщик перемещает электрод вдоль шва, причем совершать колебательные движения не требуется. При сварке электрод надо наклонять к линии шва под углом в 70–80° (рис. 1).

В процессе сварки расплавленный металл под давлением газов стремится в сторону, противоположную движению электрода, и формирует валик шва. Одновременно с этим основной металл открывается и оказывается под непосредственным воздействием сварочной дуги.

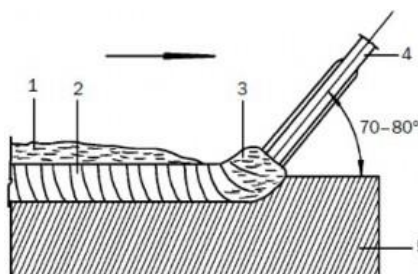


Рис. 1. Положение электрода при сварке с глубоким проплавлением (стрелкой указано направление сварки): 1 – шлак; 2 – металл шва; 3 – сварной шов; 4 – электрод; 5 – основной металл

Для образования узкого шва необходимо увеличить нажим на электрод в направлении сварки, а для получения широкого шва – ослабить его.

Глубина проплавления основного металла возрастает за счет короткой дуги и значительной концентрации теплоты. При этом «чехольчик» препятствует разбрызгиванию металла и снижает его потери на угар. Сварочный ток повышают на 40–60 %, что тоже способствует увеличению глубины проплавления (с каждым 50 А глубина провара увеличивается на 1 мм).

Сварка сдвоенным электродом(или пучком электродов). Повышает производительность сварочных работ применение одновременно двух или нескольких электродов. Сдвоенный электрод образуют два стержня длиной 450 мм, изготовленные из электродной проволоки. Их складывают вместе и наносят общий слой покрытия, вес которого должен составлять 25 % от веса стержней. Приемы сварки не отличаются от тех, что ведутся одиночным электродом (это касается и сварочного тока, который может быть как постоянным, так и переменным). Сварку ведут при помощи обычного электродержателя.

При сварке дуга горит попеременно между каждым из электродов и изделием. В результате нагрев электродов внутренним теплом меньше, чем при сварке одиночным электродом (при том же токе). Поэтому при сварке пучком электродов можно устанавливать большой ток, следовательно, производительность сварки будет выше на 50–80 %;

время полезного горения дуги увеличивается вдвое, поскольку можно сказать, что работа ведется электродом длиной 900 мм. Следовательно, время на смену

электрода сокращается в 2 раза;

снижаются потери металла (при сварке одиночным электродом они составляют 20–25 %, а при сдвоенном – 8-10 %);

условия труда улучшаются, потому что при стабильном горении сварочной дуги электрод не перегревается, а жидкий металл меньше разбрызгивается;

за один проход можно сварить металл толщиной до 12 мм.

Сварка трехфазной дугой. Способ заключается в следующем: в электродержатель, имеющий два токопровода, закрепляется специальный электрод с двумя стержнями в общем покрытии или два обычных электрода с качественным покрытием. К двум токопроводам держателя подводят две фазы сварочной цепи; третья фаза подводится к изделию (рис.2). Во время сварки дуга горит как между электродами и изделием, так и между электродами.

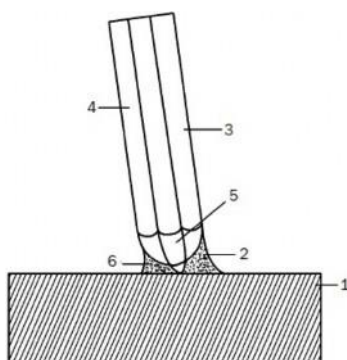


Рис. 2. Схема горения сварочных дуг при сварке трехфазной дугой: 1 – основной металл; 2, 6 – дуга между электродом и металлом; 3, 4 – электрод; 5 – дуга между электродами

При этом выделяется большое количество тепла и скорость расплавления металла увеличивается. Производительность сварки трехфазной дугой в 2-3 раза выше сварки однофазной дугой. Однако при этом электродержатель имеет значительный вес, что ведет к утомлению сварщика.

Сварка трехфазной дугой применяется в случаях, когда требуется наплавление значительного объема металла, при исправлении дефектов и др.

Сварка лежачим и наклонным электродом (рис.3).

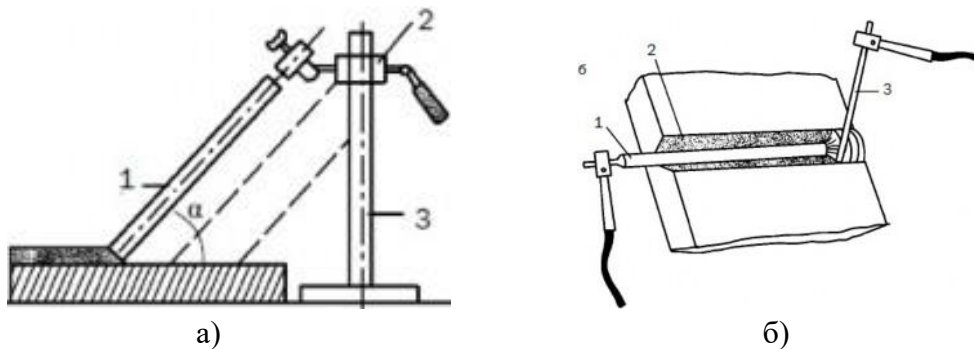


Рис. 3. Способы сварки: а - наклонным электродом: 1 - электрод; 2 - обойма; 3 - штанга;

б – лежачим электродом: 1, 3 – электроды; 2 – разделка шва

Электрод опирается на свариваемый металл краем своего покрытия. Второй конец электрода зажимается в специальной скользящей обойме. Во время сварки обойма свободно опускается по штанге; при этом угол наклона электрода остается постоянным. Дуга возбуждается при помощи вспомогательного электрода.

В разделку кромок свариваемых деталей укладываются один или несколько специальных электродов. Снизу для предотвращения вытекания металла при сварке размещают медную прокладку. Сверху электроды прижимаются колодкой (бронзовой или медной). Дуга возбуждается при помощи вспомогательного электрода, а затем продолжает гореть уже сама.

Для сварки лежачим и накладным электродами нужны специальные электроды.

30. Возможные дефекты дуговой сварки стальных изделий.

Причиной дефектов может быть кристаллизация металла, его химическая неоднородность, а также взаимодействие расплавленной массы с твердым материалом заготовок или с окружающими газами и шлаками. Ещё одной нуждающейся в учёте причиной появления дефектов (трещин, в частности) являются нежелательные напряжения в зоне сварки.

К основным причинам образования дефектов при электродуговой сварке можно отнести два основных фактора. Это химические реакции, приводящие к нарушению структуры швов, а также серьёзные отклонения от существующих технологий.

Сварочные дефекты, возникающие во втором случае, чаще всего проявляются в виде прожогов, непроваров и нарушений геометрических размеров шва или трещин, возникающих после остывания материала.

Возможные дефекты ручной дуговой сварки.

Некачественное зажигание дуги.

Некачественное зажигание - залипание электрода, чрезмерное увеличение длины дуги - приводит к непровару начала сварки, зашлаковке, порообразованию. При некачественном производстве электродов, а именно - излишнее оголение торца электродов в месте зажигания, дают пучок пор, так называемые «стартовые поры».

Чрезмерно «выпуклые» валики.

Чрезмерно «выпуклые» валики при сварке угловых и стыковых соединений приводят к сварке последующих за ними валиков к зашлаковке, непровару между кромкой разделки и выпуклым швом или между глубокими западаниями между валиками.

Такие валики, как правило, получаются в следующих случаях:

- малая скорость сварки без манипулирования - увеличить поступательное движение электрода;
- манипулирование «дугой назад» при сварке вертикальных и потолочных швов - перейти на метод «лестницей» или «дугой вперед»;
- угол наклона электрода (сварка «углом назад») для потолочных швов - перейти на сварку «углом вперед» или под прямым углом к направлению сварки;
- малый сварочный ток для нижнего положения - увеличить ток;
- чрезмерный сварочный ток для вертикальных и потолочных швов - уменьшить до минимума.

Во время сварки необходимо следить за полнотой и геометрией шва, жидкой ванной и управлять ею путем манипулирования скоростью и наклоном электрода. Очень важна задержка на кромках. Чем больше прогреваем кромку, тем лучше формируется на ней жидкий металл шва при уходе электрода к другой кромке, а не собирается в середине

шва.

Подрезы ведут к зашлаковке и непровару. 1) при раннем уходе электрода от кромки (незаполнении кратера электродным металлом); 2) при очень короткой дуге («сварка опиранием»), когда «козырьком» обмазки подрезается кристаллизующийся металл шва; 3) при резком уходе от кромки. Жидкотекучий шлак заполняет подрез. В то время, когда проплавляем другую кромку, шлак застывает в подрезе и при возврате не всегда удастся выплавить его. Это и приводит к дефекту.

Чтобы избежать этого, необходима задержка на кромке до полного заполнения кратера электродным металлом. Переход к другой кромке осуществлять плавно, без резких колебаний.

Наплывы.

При чрезмерной задержке на кромке получается подтек жидкого металла, а также при большом сварочном токе, когда сварщик не справляется с жидким металлом шва.

Непровары.

В чертежах, техпроцессах или справочниках по сварке встречается установка зазора при сборке от 0 до 2-3 мм.

Сборка без зазора или с зазором меньше рекомендуемого, при сварке V-образной разделки (безпод варки корня шва с обратной стороны) приведет к дефектам - непровару и зашлаковке корня шва; а при 2-сторонней сварке X-образной и V-образной (с подваркой с обратной стороны) - потребует дополнительных затрат и времени для более глубокой выборки обратной стороны корня шва, частичного скоса кромок и излишнего расхода электродов на заполнение глубокой выборки.

Свищи.

Свищи в кратере шва при окончании сварки возникают при чрезмерном сварочном токе, а также когда отрыв дуги производится удлинением дуги.

Усадочная раковина.

Усадочная раковина чаще всего появляется при сварке корневого валика, больших толщин металла, большого зазора и особенно при сварке аустенитных сталей, а также чрезмерно большого тока и чрезмерной величины сварочной ванны.

При усадке в кратере валика иногда возникает трещина. Это резко снижает производительность труда ввиду необходимости механической зачистки после окончания каждого электрода. При сварке сталей перлитного класса с жестким креплением деталей чаще всего образуется раковина с трещиной, а при сварке аустенитных сталей причиной появления раковин с трещинами является низкая теплоотдача и высокое линейное расширение. Необходимо кратер выводить обратно на шов или на кромку разделки.

Рекомендуется сварку производить:

- обратно-ступенчатым способом;
- непрерывно (двумя сварщиками) с перехватом дуги;
- методом «дуга в дугу».

Поры.

Поры в сварном шве образуются по многим причинам:

- некачественная подготовка кромок (грязь, окалина, ржавчина) - зачистить;
- большое содержание влаги приводит к образованию пор, необходимо произвести предварительный подогрев свариваемых кромок и прокалку электродов;
- сквозняки в зоне сварки;
- некачественные электроды: ржавый металлический стержень, эксцентричное

покрытие приводит к «козырьку» и увеличению длины дуги;

- сильное магнитное дутье, при котором происходит большое отклонение дуги, что увеличивает ее длину;
- несоответствие основного металла и присадочного материала по химсоставу. И другие причины, которые требуют подготовки в конкретном случае.

Причины, зависящие от квалификации сварщика, вызывающие поры:

- нечеткое зажигание дуги (залипание, подъем электрода после зажигания на очень высокую длину дуги) и попытка переплавить такое зажигание приводит к дефектам;
- сварка длинной дугой.

31. Классификация сталей по свариваемости.

Для того чтобы изготовить прочную сварную конструкцию с наименьшими затратами труда, применяя наиболее рациональную технологию сварки, следует возможно полнее изучить свариваемость стали.

На свариваемость влияют химический состав присадочного металла, режим сварки, температура окружающего воздуха, химический состав и толщина стали, условия закрепления элементов конструкции при сварке и другие конструктивные, технологические, а также эксплуатационные условия.

В этих случаях используют те же приемы сварки, что и при работе с плохо свариваемыми сталями.

По признакам стойкости против образования трещин при соответствующей технологии сварки все стали можно разделить на четыре группы:

I - стали, не закаливающиеся при сварке и поэтому сваривающиеся без особых ограничений;

II - стали, склонные к образованию закалочных микроструктур, но при правильно выбранной технологии сваривающиеся без появления их (при сварке без подогрева);

III - стали, склонные к закалочным структурам при сварке и сваривающиеся с подогревом для избежания появления этих структур;

IV - стали, закаливающиеся при сварке и сваривающиеся с предварительным, сопутствующим подогревом и немедленной термообработкой после сварки.

32. Классификация видов контроля качества сварных швов и сварных изделий.

Для обеспечения высокого качества и надежности сварных соединений необходим сопутствующий контроль.

Контроль качества должен осуществляться на всех стадиях технологического процесса, таким образом можно выделить три разновидности контроля:

- предварительный контроль - проверяются сварочные материалы (электроды, флюсы и газы, сварочная проволока), сварочное оборудование, квалификация сварщика;
- пооперационный контроль - проверяется подготовка деталей под сварку, контролируются сварочные режимы и правильность наложения швов;
- контроль готовых сварных соединений - выполняется по окончании процесса сварки.

Все виды контроля качества сварки можно разделить на две основные группы:

- 1) неразрушающие виды контроля;
- 2) разрушающие виды контроля.

Неразрушающие виды контроля предназначены для выявления как наружных, так и внутренних дефектов. Обычно наружные дефекты выявляются внешним осмотром с

использованием мерительного инструмента, а внутренние определяются физическими методами исследования - просвечиванием рентгеновским и гамма-излучением, ультразвуком, магнитным методом и др. Неразрушающий контроль заключается в том, что сварной образец или изделие подвергается действию соответствующих физических импульсов. Дефект обнаруживается по искаженному ответному импульсу от проверяемого шва.

Некоторые из физических видов контроля качества металла обладают хорошей, а другие слабой чувствительностью по отношению к дефектам сварки.

С целью выявления наружных дефектов наиболее часто применяют следующие виды контроля:

- испытание с помощью проникающих жидкостей;
- магнитные испытания;
- испытания ультразвуком (редко).

Для выявления внутренних дефектов применяют следующие неразрушающие виды контроля:

- радиационные виды контроля (рентгеновским и гамма-излучением);
- ультразвуковой вид контроля;
- контроль магнитным порошком или магнитной лентой;
- проницаемостью газом или жидкостью.

Разрушающие виды контроля предназначены для определения характера, места расположения и размеров дефектов и их влияния на работоспособность сварных соединений. Разрушающий контроль осуществляется сверлением, технологической пробой, механическими испытаниями на растяжение, изгиб, срез, удар, твердость; металлографическим исследованием макро- и микроструктуры сварных соединений, иногда гидравлическим или пневматическим испытанием сварных изделий с разрушением их.

33. Сварка углеродистых конструкционных сталей.

Низкоуглеродистые стали (до 0,3% углерода) обладают самой хорошей свариваемостью. При выборе типа и марки электрода для сварки низкоуглеродистых сталей обращать внимание на следующие моменты:

- получение сварных швов без дефектов;
- обеспечение равной прочности сварного соединения и основного металла;
- обеспечение правильного химического состава металла шва;
- получение достаточной прочности сварных соединений при различных видах нагрузки (ударные, вибрационные и т.п.).

В зависимости от степени ответственности свариваемого изделия пользуются электродами типов Э38, Э42 и Э42А.

Электроды Э38 применяются для изготовления неответственных изделий, электроды Э42 - для ответственных и Э42А - для особо ответственных изделий. Для сварки изделий из толстых листов ($\delta \geq 15$ мм) и в неудобных для сварщика положениях (монтажная сварка в строительстве) следует использовать электроды с повышенной прочностью наплавленного металла типов Э46 и Э46А.

Это требование объясняется тем, что выполнение многослойных швов больших сечений в неудобных положениях трудно осуществить без внутренних пороков. Гарантия

прочности соединений достигается применением электродов, дающих повышенную прочность металла шва.

Среднеуглеродистые стали (от 0,3 до 0,45% углерода) имеют по сравнению с низкоуглеродистыми повышенное содержание углерода, из-за чего могут образовываться кристаллические трещины и малопластичные закалочные структуры в околошовной зоне. Поэтому для повышения стойкости металла шва против образования трещин нужно понизить содержание углерода в металле. Для этого применяются электроды с пониженным содержанием углерода. Кроме того, стараются уменьшить долю участия основного металла в металле шва.

Вероятность появления закалочных структур снижается путем предварительного и сопутствующего подогрева изделия.

Высокую стойкость металла шва против трещин и необходимые механические свойства сварочного соединения обеспечивают электроды УОНИИ43/45 и УОНИИ-13/55, АНО-7, АНО-8, АНҚ41, АНО-19 и др.

Высокоуглеродистую сталь (0,46 - 0,70 % углерода) для изготовления сварных конструкций, как правило, не применяют, но так как из неё изготавливаются литые детали, может возникнуть необходимость в сварке при ремонте и наплавки.

34. Способы исправление дефектов после сварки.

Дефекты в сварочном соединении приводят к ухудшению его рабочих и визуальных характеристик. Для обнаружения недочетов соединения существуют разные методики контроля над качеством проведенной работы.

Это может быть простой осмотр сварного соединения. Либо более сложные техники проверки: рентген, аппаратура с применением ультразвуковых волн.

Дефекты сварных швов делятся на два типа: наружный и внутренний.

Наружные дефекты находятся на поверхности соединения.

Они обнаруживаются без дополнительных приспособлений, простым осмотром. Внутренний тип недочетов сварки внешне не заметен.

Дефекты, которые находятся внутри соединения, для их обнаружения и исправления нужно дополнительное оборудование.

Крупные трещины просто завариваются поверх. Для того, чтобы предотвратить разрастание трещины, нужны отверстия у ее концов. Расстояние от конца трещины до отверстия – 0,5 мм. После этого трещина разделяется так, чтобы было похоже на буквы V или X. Для этого используется резак или пневматическое зубило. После разделки трещина зачищается и заваривается.

Когда шов был забракован внутренними трещинами, непроварами или прожогами, то зона недоработки вырубается (выплавляется), шов накладывается по новой. Наплавы удаляются абразивными материалами (наждачной бумагой, напильником).

Если во время корректировки произошла деформация детали, есть два пути решения: механический и термический.

В первом случае деформация убирается путем механического воздействия на деталь. Применяется прессовая правка, точечные удары молота или домкрат. Это сложная задача, требующая много труда. Нередко такой метод исправлений приводит к появлению других изъянов, таких как новые трещины или сколы.

Чтобы исправить деформирование термическим путем деталь нагревают до состояния пластичности, и позволяют ей снова остыть. Обратное напряжение, которое при этом возникает, нейтрализует деформацию.

Такой способ исправления используется чаще механического в силу простоты и защиты от дополнительных проблем.

Он должен соответствовать сложности сварки. Во время работы должна быть соблюдена технология сварочного процесса и РДС. Аппарат должен быть правильно настроен, иметь качественные, соответствующе подобранные детали.

Они должны соответствовать химическим и физическим свойствам обрабатываемого металла. Если подобрать правильные инструменты, ответственно подойти к процессу сварки, шов будет без изъянов и недочетов.

Испорченные детали стоит забраковать, отправив в утилизацию. Но при необходимости можно прибегнуть к исправлению.

Исправить допущенные во время работы ошибки можно, однако для этого потребуются время, знания и опыт.

Сварочные дефекты швов бывают разного вида и для их исправления проводятся разные действия. Метод исправления подбирается к конкретному случаю. Но если шов имеет много недостатков, деталь стоит просто утилизировать.

Дефекты сварных швов и методы их устранения

1. Отклонение по ширине и высоте швов, катету, перетяжки швов. Размеры швов не соответствуют требованиям ГОСТа.

Способ выявления и устранения: внешний осмотр швов и проверка размеров шаблонами. Устраняется срубанием излишков металла, зачисткой швов, подваркой узких мест шва.

2. Пора в сварном шве — дефект сварного шва в виде полости округлой формы, заполненной газом. Цепочка пор — группа пор в сварном шве, расположенных в линию.

Способ выявления и устранения: внешний осмотр, осмотр излома шва; рентгено — и гаммаконтроль, контроль ультразвуком, магнитографический метод контроля и др. Выстрогать скопление пор, зачистить, подварить. Уплотнить проковкой в процессе сварки при температуре светло-красного цвета шва.

3. Свищи — дефекты в виде воронкообразного углубления.

Способ выявления и устранения: внешний осмотр, удалить рубкой или строжкой, зачистить, подварить.

4. Непровар — дефект в виде несплавления в сварном соединении вследствие неполного расплавления кромок или поверхностей ранее выполненных сваликов сварного шва.

Способ выявления и устранения: внешний осмотр излома. Внутренний контроль. Полностью удаляют (вырубают или выстрагивают, зачищают и подваривают).

5. Наплыв на сварном соединении — дефект в виде натека металла шва на поверхности основного металла или ранее выполненного валика без сплавления с ним.

Способ выявления и устранения: внешний осмотр, наплыв подрубить, удалить, непровар подварить.

6. Шлаковые включения — дефекты в виде вкрапления шлака.

Способ выявления и устранения: внешний осмотр излома шва. Рентгено- и гаммаконтроль, контроль ультразвуком, магнитографический контроль. Удаляют, зачищают, подваривают.

7. Трещины — дефекты сварного соединения в виде разрыва в сварном шве и (или) прилегающих к нему зонах.

Способ выявления и устранения: внешний осмотр, осмотр излома, рентгено- и гаммаконтроль, контроль ультразвуком и магнитографический метод. Полностью удалить, зачистить, подварить.

8. Прожог — дефект в виде сквозного отверстия в сварном шве, образовавшийся в результате вытекания части металла сварочной ванны.

Способ выявления и устранения: внешний осмотр, удалить (вырубить или выстрогать), подварить.

9. Кратер — углубление, образующееся под действием давления пламени при внезапном окончании сварки.

Способ выявления и устранения: внешний осмотр, зачистить, подварить.

10. Брызги металла — дефекты в виде затвердевших капель на поверхности сварного соединения.

Способ выявления и устранения: Внешний осмотр. Зачистка поверхности. Применение защитного покрытия марки П1 или П2.

11. Перегрев металла — металл имеет крупнозернистую структуру, металл хрупкий, непрочный, неплотный. Исправляют термообработкой. Причина: сварка пламенем большой мощности.

Способ выявления и устранения: внешний осмотр, устранить перегрев термической обработкой.

12. Пережог металла — наличие в структуре металла окисленных зерен, обладающих малым сцеплением из-за наличия на них пленки оксидов. Возникает при избытке кислорода в пламени (если это не требуется техпроцессом, как при сварке латуни). Пережженный металл хрупок и не поддается исправлению. Определить его можно по цветам побежалости (на стали).

Способ выявления и устранения: пережженный металл необходимо полностью вырезать и заварить это место заново.

35. Сварка низколегированных сталей

Легированные стали подразделяются на низколегированные (легирующих элементов в сумме менее 2,5%), среднелегированные (от 2,5 до 10%) и высоколегированные (более 10%). Низколегированные стали делят на низколегированные низкоуглеродистые, низколегированные теплоустойчивые и низколегированные среднеуглеродистые.

Низколегированные стали свариваются труднее, чем низкоуглеродистые конструкционные. Эти стали являются более чувствительными к тепловым воздействиям при сварке, поэтому требуют соответствующих технологических мероприятий.

Электроды и другие материалы подбираются с расчетом, чтобы содержание углерода, фосфора, серы и других вредных элементов в них было ниже, чем при сварке низкоуглеродистых конструкционных сталей. Это делается для повышения стойкости металла шва против кристаллизационных трещин, т.к. низколегированные стали склонны к их образованию.

Низколегированные стали марок 09Г2, 09Г2С, 10ХСНД, 10Г2С1 и 10Г2Б не склонны к образованию закалочных структур и к перегреву. Сварку ведут при любом тепловом режиме, таком же, как при сварке низкоуглеродистых сталей.

Чтобы обеспечить равнопрочность соединения, сварку выполняют электродами Э50А. Твердость и прочность околошовной зоны практически не отличается от прочности и твердости основного металла.

Низколегированные низкоуглеродистые стали марок 12ГС, 14Г, 14Г2, 14ХГС, 15Г2СФ, 15Г2АФ, 15ХСНД склоны к образованию закалочных микроструктур и к перегреву зоны термического влияния. Сварку этих сталей рекомендуется проводить с относительно большой погонной энергией, чтобы уменьшить скорость охлаждения сварного соединения.

При сварке этих сталей используют электроды типа Э50А или Э55.

36. Сущность основных видов неразрушающего контроля качества сварки.

Контроль внешним осмотром.

Данный вид контроля является обязательным, наиболее простыми и самым распространенным. Внешний осмотр выполняется невооруженным глазом или с использованием 5-10 кратной лупы. Внешним осмотром выявляются: несоответствие геометрических размеров швов проектным (размеры швов определяются специальными шаблонами); подрезы; непровар в корне соединения (ориентировочно); поверхностные трещины (продольные или поперечные); наружные газовые поры и раковины; крупная чешуйчатость и неравномерность шва; незаплавленные кратеры; коробление изделия или отдельных его элементов.

Контролю внешним осмотром подвергаются все сварные конструкции независимо от их назначения и ответственности. Внешний осмотр сварных деталей эффективен только тогда, когда он производится квалифицированным и опытным контролером.

Радиационные виды контроля. Надежным и широко применяемым в настоящее время является радиационный контроль просвечиванием сварных соединений рентгеновским и гамма-излучением.

Выявление дефектов металла обеспечивается способностью рентгеновского излучения проникать через твердые материалы, в том числе и металлы.

Метод позволяет выявлять как внешние, так и внутренние дефекты, с достаточной точностью определять их место положение без разрушения проверяемых конструкций.

Ультразвуковой контроль сварных швов. Ультразвуковой способ обнаружения дефектов сварки основан на отражении направленного импульса высокочастотной звуковой волны.

При контроле ультразвуковым дефектоскопом могут быть выявлены трещины и непровары глубиной более 0,15 - 0,2 мм при их длине не менее 5 мм; газовые поры и шлаковые включения диаметром 1 - 1,5 мм и более при толщине сваренной стали свыше 5 мм.

Практически минимальная толщина контролируемых дефектоскопом сварных швов составляет 8 - 10 мм; при меньшей толщине дефекты выявляются нечетко.

Ультразвуковой вид контроля применим для прозвучивания труб со стенкой толщиной более 8 мм.

Магнитные виды контроля. Магнитный вид контроля металла основан на том, что при прохождении магнитных силовых линий по испытуемому материалу в местах дефектов возникают поля рассеяния. Если на поверхности металла нанести ферромагнитный порошок, то над местом расположения дефекта создадутся скопления порошка в виде правильно ориентированного магнитного спектра.

С помощью магнитного порошка можно выявлять любые внутренние дефекты. В настоящее время этот вид контроля применяют для выявления:

- поверхностных трещин, невидимых невооруженным глазом;

- трещин, находящихся внутри металла на глубине не более 15 мм (чем больше ширина трещины, тем легче ее выявить);

- расслоение металла.

Можно обнаруживать также крупные тазовые раковины, поры и шлаковые включения, расположенные на глубине не более 3 - 5 мм.

Контроль непроницаемости швов. Сварные изделия, предназначенные для хранения и транспортировки различных газов и жидкостей, должны быть проверены на непроницаемость. Непроницаемость сварных швов проверяется аммиаком, керосином, с помощью гидравлических и пневматических испытаний, методом вакуумирования, а также газозлектрическими течеискателями.

Испытание аммиаком основано на способности некоторых химических соединений изменять окраску под действием сжиженного аммиака. Эти соединения (например водный раствор азотной кислоты ртути, водноспиртовой раствор фенолфталеина) служат в процессе контроля индикаторами.

Перед испытанием сварные швы тщательно очищаются от шлака, металлических брызг и тому подобных загрязнений. Затем на одну сторону шва укладывается бумажная или тканевая лента, пропитанная 5% -ным раствором азотной кислоты ртути, а с другой стороны подается под давлением смесь аммиака с воздухом, содержащая около 1% аммиака. Давление этой смеси выбирается не превышающим расчетного давления для испытываемой конструкции. Если в сварных швах имеются поры и трещины, то через несколько минут (1-5 минут) проникающий аммиак окрасит бумагу или ткань в характерный серебристо - черный цвет.

Испытание керосином основано на явлении капиллярности, которое заключается в том, что жидкость при определенных условиях способна подниматься по капиллярным трубкам. В сварных швах такими капиллярными трубками являются сквозные поры и трещины.

Для контроля швы со стороны раскрытия окрашивают мелом, разведенным на воде с добавлением клея, а со стороны корня соединения смачивают керосином. Керосин, проходя через неплотности, образует на высохшей меловой краске темные пятна, по которым можно судить о характере неплотности и месте ее расположения. Если в течение 30 - 60 мин такие пятна не появятся, то швы считаются удовлетворительными. Скорость прохождения керосина через металл будет определяться толщиной сварного соединения и характером расположения дефектов в металле. Продолжительность испытания должна составлять не менее четырех часов при комнатной температуре.

Пневматическое испытание. Пневматическое испытание проводят с целью контроля плотности сварных соединений. Для этого в замкнутый сосуд нагнетают воздух до рабочего давления. Снаружи все швы смачиваются мыльным раствором. Сжатый воздух в местах неплотностей образует мыльные пузыри. В зависимости от количества и интенсивности выделения мыльных пузырей можно судить о характере и величине дефекта. Пневматический вид контроля сварных соединений получил широкое применение при испытании сосудов малой емкости, как наиболее удобный и доступный в заводских условиях с массовым производством.

Гидравлическое испытание. Гидравлическому испытанию подвергаются различные сосуды, котлы и трубопроводы, работающие под давлением. Гидравлическим испытанием контролируется не только плотность сварных соединений, но также относительная

прочность всей сварной конструкции. При гидравлическом испытании сосуд наполняется водой; для выхода воздуха в верхней части одно отверстие оставляют открытым. Это отверстие закрывается лишь после наполнения водой всего сосуда. При этом должно быть создано избыточное контрольное давление, в полтора -два раза превышающее рабочее давление.

37. Сварка среднелегированных сталей.

Среднелегированные стали чувствительны к нагреву, склонны к образованию закалочных структур, к перегреву и образованию холодных трещин. Чем выше содержание углерода и различных легирующих примесей, тем хуже свариваемость этих сталей.

Для того чтобы обеспечить хорошее качество сварки, рекомендуется ряд дополнительных мер:

- выбрать методы сварки и сварочные материалы, которые обеспечат однородность металла шва и основного металла;
- использовать оптимальные режимы сварки;
- снизить содержание водорода в основном металле и металле шва с помощью замены переменного тока постоянным;
- провести термообработку сварных соединений сразу же после сварки (это может полностью устранить опасность возникновения холодных трещин);
- проводить сварку с предварительной наплавкой на кромки соединяемых деталей слоя аустенитного или ферритного металла, которые не закаливаются при сварке.

Ручная дуговая сварка среднелегированных сталей имеет ряд особенностей:

- применение низководородистых электродов со фтористо-кальциевым покрытием;
- применение постоянного тока обратной полярности;
- швы большого сечения сваривают «каскадным» методом.

Марки покрытых электродов при сварке выбирают в зависимости от вида термической обработки сварного соединения.

38. Контроль качества наплавочных работ.

После окончания наплавки с наплавленного металла удаляют шлак, брызги металла.

Наплавленные детали подвергают неразрушающим или разрушающим методам контроля.

Неразрушающие методы контроля качества наплавленного металла.

Применяются следующие методы неразрушающего контроля:

- визуальный контроль для определения качества формирования наплавленного металла, наличия трещин, отколов, свищей и других дефектов, выходящих на поверхность наплавленного металла.
- люминесцентный или цветной контроль, с целью выявления дефектов выходящих на поверхность наплавленного металла, но не выявляемых визуально;
- магнитный контроль для выявления дефектов на поверхности и на небольшой глубине под поверхностью наплавленного металла;
- ультразвуковой контроль, гамма - и рентгенодефектоскопия для выявления дефектов в наплавленном слое и на границе сплавления.

Непровары и кратеры в наплавленном металле не допускаются, их следует выводить за пределы рабочей наплавляемой поверхности, используя для этой цели выводные планки или заделывать на наплавленном металле.

Разрушающие методы контроля качества наплавленного металла.

Как правило, разрушающим методам контроля подвергают образцы-свидетели, которые наплавляют и одновременно подвергают термообработке со штатными изделиями. К этой группе методов контроля можно отнести:

- контроль химического состава наплавленного металла;
- механические испытания и контроль твердости наплавленного металла (предел прочности, предел текучести, относительное удлинение и сужение, ударная вязкость, прочность сцепления основного и наплавленного металла на срез и отрыв);
- коррозионные испытания.

Контрольные образцы для механических испытаний варят из того же металла, тем же методом и тем же сварщиком, что и основное изделие.

Все выявленные дефекты должны быть устранены. Переход от наплавленного металла к основному после механической обработки должен быть плавным и ровным, что увеличивает прочность восстанавливаемой детали.

39. Сварка легированных теплоустойчивых сталей.

Из теплоустойчивых сталей изготавливаются изделия, работающие при температурах, не превышающих 600°C (для более высоких температур изделия производят из жаростойкой и жаропрочной сталей).

Все теплоустойчивые стали поставляются потребителю в состоянии после термической обработки (закалка плюс высокий отпуск; отжиг).

Для дуговой сварки теплоустойчивой стали ГОСТ 9467 - 75 предусматривает девять типов электродов (Э-09М, Э-09МХ, Э-09Х1М, Э-05Х2М, Э-09Х2М1, Э-09Х1МФ, Э-10Х1М1НФБ, Э-10Х3М1БФ, Э10Х5МФ).

Технологией сварки теплоустойчивой стали любой марки предусматривается предварительный или сопутствующий местный или общий подогрев свариваемого изделия, обеспечение однородности металла шва с основным и термическая обработка сварного изделия

Дополнительный нагрев свариваемого изделия необходим для устранения закаливаемости металла. При сварке без дополнительного нагрева в металле шва и в околошовном металле образуются карбиды хрома и молибдена, вызывающие хрупкость сварного соединения.

Однородность металла шва с основным нужна для исключения диффузионных явлений при химическом выравнивании металла шва и околошовного металла при высоких температурах во время эксплуатации сварных изделий, так как перемещение химических элементов в процессе диффузии приводит к снижению длительности эксплуатации изделий.

С помощью термической обработки удастся получить одинаковую во всем сварном изделии микроструктуру, если химический состав металла шва не отличается от химического состава основного металла. Такой металл обладает повышенными механическими свойствами и способностью длительно работать в условиях нагрева. Однако для повышения длительности работы изделий нужно правильно выбрать режим термической обработки. Лучшая термическая обработка сварных изделий из

теплоустойчивой стали - закалка и высокий отпуск. На практике часто применяют только высокий отпуск или отжиг с нагревом до температуры около 780°C.

Для сварки теплоустойчивых сталей в монтажных условиях при невозможности подогрева и последующей термообработки применяются электроды АН-ЖР-2, в этом случае в металле шва содержание никеля будет не менее 31% и металл шва получит аустенитную структуру. Электроды пригодны для сварки во всех пространственных положениях.

Сварку теплоустойчивых сталей покрытыми электродами производят на тех же режимах, что и сварку низколегированных конструкционных сталей. При сварке необходимо полностью проваривать корень шва, для чего первый слой выполняют электродом диаметром 2 - 3 мм. Большая часть электродов требует сварки на постоянном токе обратной полярности.

Техника сварки теплоустойчивых сталей также аналогична технике сварки низкоуглеродистых сталей. Многослойную сварку выполняют каскадным способом (без охлаждения каждого выполненного слоя шва).

40. Дефекты при наплавки

Основные дефекты наплавки — трещины в наплавленном слое и в зоне сплавления с основным металлом детали, поры и раковины, шлаковые включения, несплавления слоя с основным металлом, надрывы и др.

Дефекты могут быть внешними, выходящими на поверхность наплавки, и внутренними, располагающимися внутри наплавленного слоя.

Внешние дефекты обнаружить сравнительно легко путем осмотра наплавки, с помощью магнитной дефектоскопии и др. Обнаружение внутренних дефектов представляет сложную и не всегда надежно разрешимую задачу. В этом случае пользуются следующими методами контроля: просвечиванием рентгеновскими или гамма-лучами, магнитной и ультразвуковой дефектоскопией, металлографическими исследованиями макро- и микрошлифов и др.

Трещины — наиболее опасный дефект наплавки, так как под воздействием быстроизменяющихся нагрузок или тепловых колебаний они могут развиваться, т. е. увеличиваться в размерах, что может привести к преждевременному выходу детали из строя. В связи с этим контролю на обнаружение трещин необходимо уделять наиболее серьезное внимание.

Возникновение трещин зависит от содержания углерода и серы в наплавленном металле, от недостаточного предварительного подогрева детали при наплавке, жесткости изделия и пр. Холодные трещины могут возникать при отсутствии замедленного охлаждения детали после наплавки.

Поры образуются при использовании влажного или отсыревшего флюса, при наличии ржавчины на наплавляемых поверхностях, при недостаточном слое флюса и др. Поры появляются при наплавке по металлу, ранее наплавленному электродами с меловой обмазкой, который содержит повышенное количество азота. Поры — менее опасный дефект, чем трещины, но они снижают износостойкость и прочность наплавленного металла.

Шлаковые включения чаще наблюдаются при многослойной наплавке. Они являются результатом наплавки по неудаленной или плохо удаленной шлаковой корке с предыдущих слоев. Шлак не успевает расплавиться и всплыть на поверхность металла, вследствие чего остается в металле в виде шлаковых включений.

Несплавления наплавленного металла с основным металлом детали могут образоваться при несоответствии, например, выбранной скорости наплавки и типа оборудования, неправильной установке электрода, загрязнении наплавляемых поверхностей, нарушении режима наплавки и др. Наличие этих дефектов может привести к отколу наплавленного слоя в процессе работы восстановленной детали.

Причина наплывов и подрезов в наплавленном слое — нарушение режима наплавки (силы тока, напряжения дуги, скорости наплавки, смещение электрода с зенита при наплавке цилиндрических деталей, изменение размера вылета электрода и др.).

Причиной поверхностных дефектов наплавленного слоя может быть и плохая устойчивость дуги.

Деформация изделий. Одной из серьезнейших проблем наплавки является деформация изделий, для предотвращения которой применяют равномерный предварительный подогрев изделия, различные приемы наплавки, исключаящие неравномерную деформацию изделия, сварочные приспособления, зажимные устройства и др. Предварительная оценка возможной деформации составляет важнейшую предпосылку правильного выбора мер предотвращения ее при наплавке.

Кроме перечисленных, возможно возникновение других дефектов, в том числе наличие шлака в наплавленном металле, неудовлетворительное сплавление наплавленного слоя с подложкой и др.

Связанные с наличием шлака и плохим сплавлением дефекты возникают вследствие недостаточной силы тока и низкого напряжения при дуговой наплавке или при неправильном манипулировании – подаче присадочного материала. Для предотвращения таких дефектов необходим правильный выбор способа и режима наплавки.

41. Сварка высоколегированных сталей и сплавов

Высоколегированными называют стали, содержащие один или несколько легирующих элементов в количестве 10 - 55%.

Высоколегированными называют сплавы на железоникелевой основе (железа и никеля содержится более 65%) и на никелевой основе (никеля содержится более 55%).

Высоколегированные стали и сплавы классифицируют по различным признакам: по системе легирования, структуре и свойствам.

По системе легирования высоколегированные стали делят, например, на хромистые, хромоникелевые, хромомарганцевые, хромоникелемарганцевые, хромомарганцеазотистые. Самые распространенные высоколегированные сплавы - никелевые, никелехромистые, никелехромовольфрамовые и никелехромокобальтовые.

По свойствам высоколегированные стали и сплавы подразделяют на коррозионностойкие (нержавеющие), обладающие стойкостью против любой коррозии - атмосферной, почвенной, щелочной, кислотной, солевой, межкристаллитной; жаростойкие (окалиностойкие), не окисляющиеся при высоких температурах нагрева (до 1300°C); жаропрочные, способные работать при температурах свыше 1000°C в течение нормированного времени без снижения прочности.

По сравнению с низкоуглеродистыми сталями большинство высоколегированных сталей и сплавов обладают пониженным коэффициентом теплопроводности (до 2 раз при повышенных температурах) и увеличенным коэффициентом линейного расширения (до 1,5 раза).

Низкий коэффициент теплопроводности приводит при сварке к концентрации тепла и вследствие этого к увеличению проплавления металла изделия. Поэтому для

получения заданной глубины проплавления следует снижать величину сварочного тока на 10 - 20%.

Увеличенный коэффициент линейного расширения приводит при сварке к большим деформациям сварных изделий, а в случае значительной жесткости - относительно крупные изделия, повышенная толщина металла, отсутствие зазора между свариваемыми деталями, жесткое закрепление изделия - к образованию трещин в сварочном изделии.

Для предотвращения образования трещин при сварке высоколегированных сталей используют ряд методов:

- ограничение содержания вредных примесей (фосфора, серы, свинца, олова, висмута сурьмы и т.д.);
- создание в металле шва двухфазной структуры (аустенит и феррит);
- введение таких элементов как марганец, вольфрам, молибден;
- применение электродных покрытий основного и смешанного видов; обеспечение менее жесткого состояния изделия при сварке.

Одно из главных условий дуговой сварки высоколегированных сталей - постоянное поддержание короткой дуги, т.к. при сварке короткой дугой обеспечивается лучшая защита расплавленного металла от кислорода и азота воздуха.

Коррозионная стойкость сварных соединений из нержавеющей сталей увеличивается при ускорении остывания изделий после сварки. Для этого швы поливают водой, используют медные водоохлаждаемые прокладки, промежуточное остывание слоев.

При сварке любых марок высоколегированных сталей рекомендуется общий или местный подогрев до температуры 100-300°C. Подогрев способствует более равномерному распределению температур по изделию в процессе сварки, а также более медленному охлаждению, которое устраняет концентрированные усадочные деформации по сечению сварного соединения. В результате возможность образования трещин устраняется.

Для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами применяют сварочную проволоку, например Св-04Х19Н9, Св-05Х19Н9Ф3С2, Св-06Х19Н9Т, Св-07Х19Н10Б, Св-08Х20Н9С2БТЮ, Св-10Х16Н25М6А - всего 41 марка по ГОСТ 2246 - 70.

Электроды берут с основными, рутило-основными и рутилофлюоритно - основными покрытиями.

42. Классификация электродов, условные обозначения

Стальной покрытый электрод представляет собой определенных размеров стержень, на поверхность которого опрессовкой или окунанием нанесено специальное покрытие.

Электродные покрытия создают при сварке защиту от кислорода и азота воздуха расплавленного металла в процессе переноса его и в самой сварочной ванне, а также стабилизируют горение дуги, очищают металл сварочной ванны от вредных примесей и легируют металл шва для улучшения его свойств.

Защита расплавленного металла от кислорода и азота воздуха при сварке достигается газами и шлаком, которые образуются из покрытия в зоне дуги. Для создания газовой защиты зоны дуги в покрытие вводят крахмал, целлюлозу, древесную муку и другие органические вещества.

Для устойчивого горения дуги в покрытие вводятся вещества, обладающие малой величиной потенциала ионизации, главным образом соли щелочноземельных металлов; двуокись титана, полевой шпат, содержащий некоторое количество солей щелочных металлов, калиевое или натриевое жидкое стекло и др.

Очистка металла шва от окислов серы, фосфора, газов и других вредных примесей осуществляется шлаком, покрывающим шов.

Классификация стальных покрытых электродов. Стальные покрытые электроды для ручной дуговой сварки и наплавки подразделяются по назначению:

- для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 60 кгс/мм², обозначаются - У;
- для сварки легированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву свыше 60 кгс/мм² - Л;
- для сварки легированных теплоустойчивых сталей - Т;
- для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами - В;
- для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами - Н.

По толщине покрытия в зависимости от отношения диаметра электрода (D) к диаметру стального стержня (d): с тонким - М; средним - С; толстым - Д; особотолстым - Г.

По видам покрытия:

с кислым покрытием - А; с основным покрытием - Б; с целлюлозным покрытием - Ц; с рутиловым покрытием - Р; с покрытием смешанного вида - соответствующее двойное условное обозначение; с прочими видами покрытий - П.

По качеству, т. е. точности изготовления, состояния поверхности покрытия, сплошности выполненного данными электродами металла шва и по содержанию серы и фосфора в наплавленном металле, электроды делятся на группы 1, 2 и 3.

По допустимым пространственным положениям сварки или наплавки:

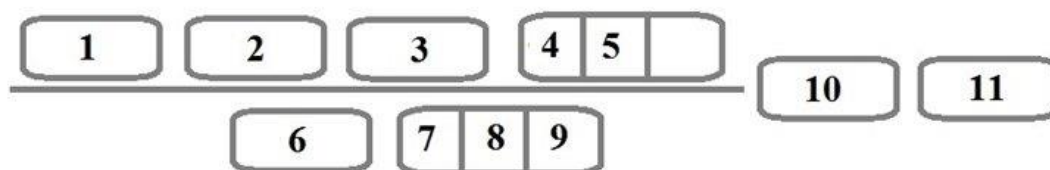
для всех положений - 1; для всех положений, кроме вертикального сверху вниз - 2; для нижнего, горизонтального на вертикальной плоскости и вертикального снизу вверх - 3; для нижнего и верхнего в лодочку - 4.

По роду тока и полярности, а также по номинальному напряжению холостого хода источника переменного тока - с номера 0 до номера 9 (ГОСТ 9466 - 75).

Условные обозначения электродов. В технических документах условное обозначение электродов состоит из обозначения марки, диаметра и группы электрода.

На этикетке упаковочной тары (пачке, ящике) приводятся аналогичные, но более подробные сведения.

Прежде всего необходимо рассмотреть принятую форму заполнения определенных характеристик. Она представляет собой многоблочную структуру, каждый из разделов которой соответствует определенной категории.



1. Тип электрода. Первая буква «Э» обозначает название продукта, последующая

цифра – значение временного сопротивления разрыва, кгс/мм².

2. Марка. Содержит информацию о производителе и непосредственно марку электродов.

3. Диаметр.

4. Область назначения.

У -Для сварки углеродистых и низколегированных марок стали с сопротивлением разрыву до 600 МПа

Л -Легированные стали конструкционного типа с сопротивлением разрыву свыше 600 МПа

Т -Теплоустойчивые стали

В -Для сварки высоколегированных марок стали с особыми свойствами Н -
Формируют слой наплавки

5.Толщина верхнего покрытия

М- Тонкое

С -Среднее

Д -Толстое

Г-Особо толстое

6. Индекс, означающий характеристики свариваемого металла. Он должен соответствовать данным из ГОСТ 9467-75. В нем дается подробная расшифровка по каждому из возможных обозначений.

7. Вид покрытия.

А -Кислое

Б (В)- Основного типа

Р ®- Рутиловые

Ц ©- Целлюлозные

П (S) -Прочие

Для смешанных типов покрытий принято двойное обозначение, например БР (BR) – рутило-основное.

8. Разрешенные положения направления сварки.

1 Все положения

2 Все, кроме вертикального, направленного сверху вниз

3 Запрещает потолочный и вертикальный шов сверху вниз

4 Только для нижнего

9.Указывает характер тока, его полярность и номинальное значение напряжения.

10 Ссылка на ГОСТ 9466-75, согласно которому была выполнена маркировка.

11 Ссылка на нормативный документ изготовления электродов. Кроме этих параметров указывают дополнительные характеристики. Они необходимы для обозначения внешнего вида и специфики конструкции. Зная все вышеперечисленные условные обозначения, можно выбрать оптимальную марку электродов для выполнения определенного типа работ.

Расшифровка обозначения

Э50А – УОНИ-13/55 – Ø3 – УД / Е514 – Б20 ГОСТ 9466-75; ГОСТ 9467-75,

где Э50А – тип сварочного электрода (для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 50кгс/мм², когда к металлу сварных швов предъявляют повышенные требования по пластичности и ударной вязкости (по ГОСТ 9467-75).

УОНИ 13/55 – марка сварочных электродов. А по буквам "универсальная обмазка научно исследовательского института 13", времена СССР-время коротких шифров, вот и получились УОНИ 13.

Ø3 – диаметр сварочного электрода, мм.

У – сварка углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 60 кгс/мм² (условное обозначение назначения сварочного электрода по ГОСТ 9466-75).

Д – с толстым покрытием (условное обозначение по ГОСТ 9466-75), при $1,45 < D/d \leq 1,80$.

E514 – группа индексов, указывающих характеристики наплавленного металла и металла шва по ГОСТ 9467-75 (51 – min временное сопротивление разрыву $\sigma_b = 510 \text{ Н/мм}^2$ (52 кгс/мм²); 4 – min относительное удлинение, $\sigma_b = 20\%$ и min температура $T_k = -40^\circ\text{C}$, при которой ударная вязкость металла шва и наплавленного металла (при испытании образцов типа IX по ГОСТ 6996-66) составляет не менее 3,5 кгс*м/см²).

Б – основное покрытие (условное обозначение по ГОСТ 9466-75).

2 – сварка во всех пространственных положениях, кроме вертикального сверху вниз (условное обозначение по ГОСТ 9466-75).

0 – сварка постоянным током обратной полярности (условное обозначение по ГОСТ 9466-75).

43. Особенности сварки чугуна: свойства, влияющие на свариваемость.

Чугуном называют сплав, состоящий из железа, углерода и других элементов, которые имеются в его составе или специально вводятся туда для придания ему тех или иных свойств, при этом количество углерода в нем может быть от 2,14 до 6,67%. Свойства чугуна зависят от следующих факторов:

- структуры металлической основы;
- включений графита – его количества, величины, формы и характера распределения.

Для придания жаростойкости, износостойкости, кислотостойкости и других особых свойств, при производстве чугуна в него вводят специальные добавки – никель, хром, молибден, алюминий, медь, титан и т.д., которые при введении определенного их процента и делают свойства чугуна особыми. Такие чугуны называются легированными.

Основные трудности при сварке чугуна

К ним относятся:

- высокое содержание углерода (чем выше, тем хуже сваривается);
- высокая жидкотекучесть;
- возможность образования в процессе сварки тугоплавких окислов (их температура плавления гораздо выше температуры плавления самого чугуна);
- склонность к появлению трещин (из-за неоднородности металла), пор (из-за выгорания в процессе сварки углерода).

Все это негативно сказывается на свариваемости и чугун справедливо считают материалом, который плохо поддается сварке.

Сварка чугуна применяется в основном для исправления литейных дефектов, в производстве литейно - сварных конструкций и в ремонте различных деталей.

Используются два вида сварки чугуна:

- сварка без подогрева (холодный способ сварки);

- сварка с подогревом (горячий способ сварки).

При холодной сварке чугуна за счет применения различных электродов удается получить металл шва с нужной прочностью и вязкостью, но полностью избежать появления закалочных структур в зоне сварки без подогрева изделия не удастся.

44. Материалы, применяемые для ручной дуговой сварки.

В качестве сварочных материалов для ручной электродуговой сварки применяются штучные электроды.

Электроды для дуговой сварки бывают двух основных типов: плавящиеся и неплавящиеся.

Штучные плавящиеся электроды с покрытием используются очень широко, для сварочных работ в домашних условиях - это основной материал.

Стержни электродов для сварки стали изготавливаются из низкоуглеродистой, легированной или высоколегированной сварочной проволоки. Стандартом предусматривается 77 марок стальной проволоки, идущей на изготовление штучных электродов диаметров от 1,6 до 6 мм.

Покрытие сварочных электродов оказывает множественное действие: образует атмосферу защищающую металл от кислорода и азота, находящихся в воздухе, стабилизирует горение дуги, удаляет вредные примеси из расплавленного металла, легирует его с целью улучшения свойств.

Для выполнения всех этих функций покрытие включает в себя множество компонентов:

Шлакообразующие вещества, защищающие металл от азота и кислорода. В их состав входит марганцевая руда, каолин, титановый концентрат, мел, мрамор, полевой шпат, доломит, кварцевый песок.

Раскисляющие вещества, удаляющие из расплавленного металла кислород. В качестве них используются марганец, кремний, алюминий, титан в виде ферросплавов.

Газообразующие компоненты, создающие при сгорании покрытия газовую среду, защищающую расплавленный металл от кислорода и азота воздуха. В основном это декстрин и древесная мука.

Легирующие вещества, придающие металлу шва особые свойства - прочность, жаростойкость, износостойкость, повышение сопротивляемости коррозии. Для этого используются хром, марганец, титан молибден, никель, ванадий и некоторые другие вещества.

Стабилизирующие элементы, способствующие ионизации сварочной дуги - натрий, калий, кальций.

Связующие вещества, служащие для связывания компонентов покрытия друг с другом и всего покрытия со стержнем электрода. Основным связующим веществом является калиевое или натриевое жидкое стекло (силикатный клей).

Для сварки цветных металлов и их сплавов наряду с неплавящимися применяют плавящиеся электроды из соответствующих металлов и сплавов - алюминия, меди, никеля, бронзы, латуни и т.п.

Электроды, применяемые для сварки и наплавки, классифицируются по широкому ряду признаков:

- по назначению (для сварки стали, чугуна, цветных металлов, для наплавочных работ и пр.);

- по технологическим особенностям (для швов различного пространственного положения, для сварки с глубоким проплавлением и т.п.);
- по виду покрытия (кислое рутиловое, основное и пр.) и его толщине (толстое, тонкое, среднее, особо толстое);
- по химическому составу покрытия и стержня;
- по механическим свойствам металла шва;
- по роду и полярности тока, величине номинального напряжения холостого хода источника питания;
- по качеству изготовления, состоянию поверхности покрытия, содержанию вредных примесей фосфора и серы.

Каждый параметр электрода имеет свое буквенное или цифровое обозначение в определенной части маркировки. В частности, электроды для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 60 кгс/мм² обозначаются буквой У. Электроды со средним по толщине рутиловым покрытием имеют в маркировке букву С (среднее) и Р (рутиловое). Стоящая предпоследней цифра 1 сообщает, что электрод может использоваться для выполнения шва любого пространственного положения, а завершающая обозначение цифра 0 информирует о том, что данный электрод используется при работе сварочным аппаратом дающим постоянный ток.

В соответствии с ГОСТ 9466-75 обозначение электрода содержит информацию о типе, марке, диаметре и прочих его характеристиках. В обозначение типа электродов для сварки конструкционных сталей входит буква Э ("электрод для дуговой сварки") и цифра, сообщающая о минимальном временном сопротивлении разрыву металла шва в кгс/мм². Если после цифр присутствует буквы А (например, Э42А, Э46А), это означает, что данный тип электрода обеспечивает более высокие пластические свойства металла шва.

Наряду с типом, электроды имеют и марку. Одному типу электродов может соответствовать несколько марок. Например, электродам типа Э42 соответствуют марки ГОСЦ-2, ЦМ-7, АНО-6.

Неплавящиеся электроды бывают угольными, графитовыми и вольфрамовыми.

Температура плавления всех этих материалов превышает ту, до которой они нагреваются при сварке. Эта особенность и обусловила их название.

Графитовые электроды изготавливают из синтетического прессованного графита, угольные - из электротехнического угля. Электроды из графита обладают определенными преимуществами перед угольными. У них выше электропроводимость позволяющая в 2,5-3 раза повысить плотность тока, и более высокая устойчивость против окисления при высоких температурах. Последнее качество позволяет снизить их расход по сравнению с угольными.

Вольфрамовые неплавящиеся электроды изготавливаются из чистого или с наличием присадок вольфрама. В качестве присадок используются окислы тория, иттрия, лантана и других веществ. О наличии той или иной присадки говорит марка и цвет электрода. Обозначение ЭВ (WP) означает чистый вольфрам (конец окрашен в зеленый цвет), ЭВТ (WT) - вольфрам с торием (красный), ЭВИ (WY) - с иттрием (темно-синий), (WL) - с лантаном (синий или золотистый, в зависимости от содержания лантана), WC - с церием (серый), WZ - с цирконием (белый).

С помощью неплавящихся электродов варят сталь, чугун, медь латунь, бронзу, алюминий и прочие металлы. Сварка производится чаще всего в среде защитного газа (аргона, гелия азота и их смеси). Ее можно осуществлять как с присадочным материалом, так и без. В качестве последнего используется проволока, металлические прутки или полосы.

Выбор типа электрода для сварки сталей зависит не только от марки последний, но и от характера соединения, пространственного положения шва, рода сварочного тока (постоянный или переменный), температуры окружающего воздуха во время работ и пр. В настоящее время производится несколько сотен марок электродов для самого различного назначения.

Электроды для сталей подразделяются на несколько групп - в зависимости от марки материалы, для сварки которого они предназначены.

45.Технология холодной сварки чугуна

Чугуном называют сплав, состоящий из железа, углерода и других элементов, которые имеются в его составе или специально вводятся туда для придания ему тех или иных свойств, при этом количество углерода в нем может быть от 2,14 до 6,67%.

Основные трудности при сварке чугуна

К ним относятся:

- высокое содержание углерода (чем выше, тем хуже сваривается);
- высокая жидкотекучесть;
- возможность образования в процессе сварки тугоплавких окислов (их температура плавления гораздо выше температуры плавления самого чугуна);
- склонность к появлению трещин (из-за неоднородности металла), пор (из-за выгорания в процессе сварки углерода).

Используют 2 вида сварки чугуна – холодный способ и горячий. При холодной сварке необходимо применение электродов, специально предназначенных для сварки чугуна.

Можно сваривать чугунные изделия в холодном состоянии (без подогрева) с применением стальных электродов, изготовленных из низкоуглеродистой стали, но это требует больших усилий от сварщика и понимания им процессов, которые происходят в зоне сварки. Обусловлено этой свойствами чугуна. Металл после окончания сварки быстро охлаждается и это приводит к его хрупкости, что может вызвать появление трещин.

Применяя электроды из различных сплавов с покрытиями разного состава, можно получить металл шва с нужной прочностью и вязкостью, но избежать закалки в зоне плавления при сварке без подогрева изделия не удастся. Можно лишь несколько уменьшить толщину закаленной прослойки, применяя многопроходную сварку на малых силах тока.

Холодная сварка чугуна производится стальными электродами, медножелезными электродами, комбинированными электродами и электродами с чугунными стержнями.

Сварка стальными электродами с применением шпилек. Этот способ сварки широко применяется при ремонте крупногабаритных чугунных изделий. Здесь сварка комбинируется с механическим усилением зоны плавления ввертыванием в теле изделия стальных шпилек, которые связывают металл шва и основной металл, разгружая хрупкую закаленную прослойку.

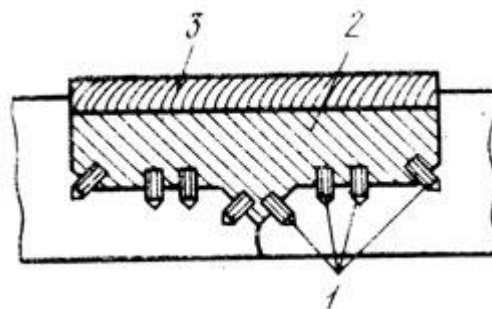


Рис. 1. Подготовка чугунного изделия к холодной сварке со стальными шпильками: 1 - стальные шпильки, 2 - стальная связь, 3 - наплавка медно-никелевым электродом

При изломе изделия с толщиной стенки до 12 мм шпильки могут ввертываться без разделки кромок. При толщинах более 12 мм место излома подготавливается с У-образной или Х-образной разделкой. Если на поверхности изделия не допускается выступ наплавленного металла, то разделку производят так, как показано на рис. 1. Канавку вырубают на глубину 6 - 20 мм в зависимости от толщины изделия; затем ввертывают шпильки. Диаметр шпилек зависит от толщины завариваемого изделия: при толщине до 12 мм диаметр шпильки должен быть не более 6 мм; диаметр шпилек более 16 мм и менее 3 мм не рекомендуется. Диаметр шпилек $d = (0,15 - 0,2) \cdot S$, где S - толщина детали, мм.

Количество шпилек, которые нужно поставить на одну сторону трещины, зависит от качества чугуна, нагрузки, которую несет деталь, длины трещины и др. Максимальное количество шпилек по их площади не должно превышать 0,25 площади излома детали. Примерное размещение шпилек представлено в табл. 43.

Высота шпилек над поверхностью равна 0,5 - 1 диаметра шпильки, но не более 5 - 6 мм; глубина ввертывания - 1,5 диаметра шпильки.

При сверлении отверстий и нарезании резьбы нельзя применять масло. Шпильки должны быть ввернуты до упора.

Лучшие результаты дают электроды марки УОНИ-13/55. Электроды любой марки берутся диаметром не более 3 - 4 мм, сила тока для электродов диаметром 3 мм - 90÷100 А. Уменьшенная сила тока обеспечивает малую глубину расплавления чугуна и минимальный нагрев изделия, что уменьшает отбеливание и предотвращает появление трещин.

Процесс сварки. Сначала кольцевыми швами обвариваются ввернутые шпильки. Обварку нужно производить вразброс для равномерного нагрева детали. Потом заправляют участки между обваренными шпильками, причем заварка также ведется отдельными участками. Длина каждого валика не должна превышать 100 мм. Второй слой валиков наносится перпендикулярно направлению валиков первого слоя. После нанесения наплавки на каждую сторону поверхностей кромок переходят к заварке разделки и трещины. Диаметр электродов можно принять 4 мм и сварочный ток 120 - 140 А.

Для ускорения заварки трещины в изделии толщиной более 10 мм вводят (рис. 2) дополнительные стальные связи. Связи и промежутки между ними провариваются неполностью. Сверху вся поверхность сварного соединения покрывается стальным наплавленным металлом.

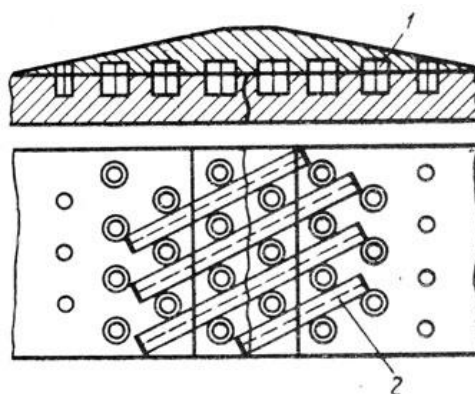


Рис. 2. Схема расположения стальных связей в металле шва при холодной сварке чугуна: 1 - шпильки, 2 - стальные связи

Сварка стальными электродами с применением шпилек может выполняться в любом пространственном положении без демонтажа всего чугунного изделия.

Сварка медножелезными электродами. Для холодной сварки применяют электроды с медным стержнем. Пластичный металл легко образует соединение с чугуном.

Шов получается мягче, чем сами соединяемые детали, он выдерживает статические нагрузки на изгиб.

На производстве при сваривании деталей более 20 мм толщиной применяются комбинированные электроды из стали и меди. Они имеют разные варианты: медный стержень покрыть стальной фольгой; трубка из цветного металла заполнена стальным порошком. Заварка широких швов, наплавка, производятся пучком электродов.

Для холодной сварки используют связки из стальных и медных электродов с обмазкой. Во всех электродах для холодной сварки используется медь.

Цветной металл проникает между кристаллами чугуна и создает с ним прочное соединения без напряжений переходной зоны. Условием создания плотного материала шва является проковка. Сразу после отведения электрода в сторону, горячий сплав следует уплотнить, проковав его молотком. Попавшие внутрь газы выйдут. Слои металла плотно улягутся, образуя однородный сплав.

Технологический процесс сложный. Требуется точного соблюдения всех пунктов, от подготовки до проковки.

46. Общие требования безопасности при ведении электросварочных работ.

Электродуговая не является вредным и опасным для здоровья рабочих процессом, если соблюдаются правила техники безопасности. Выполнение этих правил является первой обязанностью каждого рабочего.

Нарушение правил техники безопасности может повлечь за собой: поражение электрическим током, поражение лучами электрической дуги глаз и кожи, отравление вредными газами, ожоги каплями расплавленного металла и шлака. .

В некоторых случаях пренебрежение правилами техники безопасности может вызвать взрывы и пожары.

К выполнению электросварочных работ допускаются лица не моложе 18 лет и годные по состоянию здоровья.

Присоединение и отсоединение о электросети сварочного оборудования производится электротехническим персоналом.

Расстояние между сварочным оборудованием и местом его подключения не должно быть более 10 м.

Электросварщики должны производить работы в специальной одежде (костюм защитный брезентовый, ботинки кожаные, рукавицы брезентовые, краги, маска, очки защитные для слесарных работ и т.д.).

В местах проведения сварочных работ применение непосредственно перед сваркой и хранение огнеопасных материалов запрещается.

Стационарно установленные светильники местного освещения должны питаться напряжением 36 В, для переносного освещения должно применяться напряжение не выше 12 В.

Корпус источника питания, а также свариваемое изделие должны быть надежно заземлены.

Сварочные дымы и аэрозоли опасны для здоровья. Работы допускается проводить:

- в помещениях с принудительной вентиляцией;
- на открытом воздухе;
- при работе в замкнутых объемах необходимо применять местные дымоотсосы.

При выполнении работ внутри замкнутых объемов работа электросварщика должна производиться под контролем наблюдающего. Наблюдающий должен находиться вблизи входа в замкнутый объем. Сварщик должен надеть каску и предохранительный пояс с веревочным канатом, конец которого должен находиться у наблюдающего.

Проходы с каждой стороны от места проведения электросварочных работ должны быть не менее 1 м.

Запрещается соединять сварочные электропровода узлами, соединения должны быть надежно изолированы.

47.Технология горячей сварки чугуна.

Чугуном называют сплав, состоящий из железа, углерода и других элементов, которые имеются в его составе или специально вводятся туда для придания ему тех или иных свойств, при этом количество углерода в нем может быть от 2,14 до 6,67%.

Основные трудности при сварке чугуна

К ним относятся:

- высокое содержание углерода (чем выше, тем хуже сваривается);
- высокая жидкотекучесть;
- возможность образования в процессе сварки тугоплавких окислов (их температура плавления гораздо выше температуры плавления самого чугуна);
- склонность к появлению трещин (из-за неоднородности металла), пор (из-за выгорания в процессе сварки углерода).

Используют 2 вида сварки чугуна – холодный способ и горячий.

В зависимости от температуры предварительного подогрева изделия перед сваркой, различают следующие виды горячей сварки:

- теплую (не более 200 0С);
- полугорячую (нагрев в районе 300 ÷ 400 0С);
- горячую (500 ÷ 600 0С).

В любом случае температура предварительного подогрева не должна превышать 650 °С, чтобы избежать структурных превращений в самой структуре чугуна.

Этапы процесса проведения горячей сварки следующие:

- подготовка изделия к сварке;
- прогрев до необходимой температуры (в горне, муфельной печи, нагревательном

колодце и т.д.);

- сборку (с применением струбцин или прихваток) и установку изделия под сварку;
- процесс сваривания;
- охлаждение детали после сварки (медленное).

Сварку осуществляют на постоянном токе обратной полярности. Иногда сварку проводят переменным током, но только в том случае, если длина кабелей от сварочного трансформатора не большая, а напряжение холостого хода более 70 В.

Подготовка к сварке. Место, где будет производиться сварка, должно быть тщательно очищено от загрязнений, масел и других включений. В зависимости от толщины свариваемых деталей делают одностороннюю, двухстороннюю, V- и X-образную разделку кромок (под 90°).

Разделку обязательно делают при толщине чугунного изделия свыше 20 мм, но иногда разделку кромок выполняют у деталей, толщина которых 4 мм и выше. Концы трещин, при их наличии, обязательно засверливают. Чтобы выявить концы трещин применяют травление слабыми растворами соляной или азотной кислоты (2 ÷ 6%).

Дуговая сварка чугуна выполняется как угольным электродом с применением чугунного присадочного прутка, так и покрытыми чугунными электродами. Для удаления окислов кремния при сварке угольной дугой используют те же флюсы, что и при газовой сварке чугуна.

Режимы дуговой сварки чугуна угольным электродом приведены в табл. 1.

Толщина стенки свариваемой детали, мм	Диаметр угольного электрода, мм	Сварочный ток, А
6—8	6—8	180—240
8—10	6—8—10	190—300
10—12	8—10—12	220—360
12—18	10—12	240—450

При дуговой сварке металл сварочной ванны также поддерживают в жидком состоянии до полного заполнения дефекта или заформованного блока. Это обеспечивает наиболее полное удаление газов и неметаллических включений из металла шва и равномерную структуру в металле шва и околошовном металле.

Качество соединения свариваемых частей и температура, от которой оно зависит, определяются формой сварочной ванны. Выпуклая поверхность ванны (рис. 1,а) говорит о плохом соединении.

В этом случае сварщик должен увеличить нагрев стенок изделия. Когда ванна чрезмерно горяча, расплавление стенок изделия идет весьма интенсивно, образуется очень характерный подрез стенки (рис. 1,б); в этом случае требуется пламя или дугу перенести в центр ванны, уменьшить температуру ванны добавлением в нее кусочков стержней, электродов или заранее приготовленных мелких кусков чугуна.

Правильный процесс сварки характеризуется вогнутой поверхностью сварочной ванны (рис. 1,в) без подреза; жидкий чугун хорошо смачивает стенки детали.

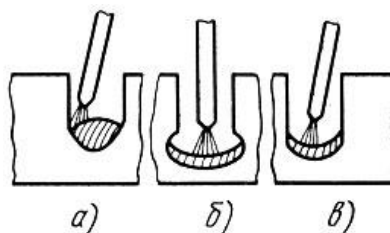


Рис. 1. Форма сварочной ванны в зависимости от ее нагрева: а - холодная, б - перегретая, в - нормальная

Многослойная сварка чугуна применяется редко и лишь в случаях, когда невозможно поддерживать всю ванну в жидком состоянии.

Охлаждение изделий производится с малой скоростью, иногда в течение 3 - 5 суток. Подготовка к охлаждению заключается в том, что после окончания сварки поверхность металла шва засыпается слоем мелкого порошка древесного угля, а все изделие со всех сторон закрывается асбестовыми листами и сухим песком.

При дуговой сварке чугуна с подогревом применяют чугунные стержни, указанные с покрытием, например, ОМЧ-1. Состав покрытия ОМЧ-1, следующий: 25% мела, 41% графита, 25% плавикового шпата, 9% ферромарганца, 30% жидкого стекла к массе сухой смеси. Толщина покрытия 0,2 - 0,3 мм на сторону. Сварочный ток для стержня диаметром 6 мм - 250 А, для стержня диаметром 12 мм - 600 А.

При диаметре чугунного электрода 6 - 8 мм сварочный ток 200 - 400 А. Род тока - любой, при постоянном токе применяют прямую полярность.

48. Правила безопасности во время работы.

Перед началом сварочных работ электросварщик надевает брезентовый костюм с огнестойкой пропиткой - брюки навыпуск, куртку с закрытыми клапанами карманов, ботинки с глухим верхом, головной убор, диэлектрические перчатки или рукавицы, которые должны быть сухими, без следов масла.

Приводятся в порядок защитные приспособления - шлем-маска и резиновый диэлектрический коврик или резиновые диэлектрические боты.

Необходимо:

- внимательно осмотреть и проверить надежность контакта и крепление заземляющих проводников с корпусами сварочных трансформаторов, сварочных машин, сварочных столов, металлических каркасов токораспределительных щитов и другого подсобного оборудования, которое может оказаться под напряжением;
 - проверить исправность пусковых и отключающих устройств - рубильников, магнитных пускателей, выключателей, а также изоляцию токоведущих проводников;
 - следить за надежностью заземления источника питания и сварочного стола.
- Запрещается использовать в качестве обратного провода сеть заземления и технологические конструкции, оборудование

Основные положения ТБ во время электросварочных работ:

1. При выполнении шва на посторонние дела не отвлекаются: нужно постоянно контролировать шов.
2. Для защиты лица и глаз используется специальная маска со светофильтром от вредного воздействия лучей электрической дуги..
3. Чтобы обезопасить окружающих от излучения электродуги, требуется защита

высотой до 1,8 метров.

4. При работе вне сварочной кабины место сварки ограждается передвижными щитами.

5. Горючих жидкостей, замасленной ветоши и сухого мусора не должно быть на расстоянии до 5 метров от зоны сварки, поэтому необходимо соблюдать чистоту.

6. Не допускается загромождения рабочего места и проходов готовыми изделиями, заготовками и т.д.

7. В непрветриваемом помещении необходим респиратор.

8. При работе на высоте нужно контролировать закрепление соединяемых элементов, если необходимо пользоваться лестницей, используют страховочные пояса.

9. Не производить сварку трубопроводов, аппаратов и сосудов под давлением.

10. Если сварная деятельность проводится на открытой местности во время осадков, место работы должно быть защищено навесами из устойчивых к возгоранию материалов.

11. При сваривании внутри крупных резервуаров задействуется не меньше трех человек. Пока сварщик, обеспеченный спец. поясом с креплениями и тросом (веревкой), проводит сварку внутри объекта, два его напарника контролируют (держат) систему крепления и страхуют работника внутри. В резервуаре не должно быть наличия вредных, токсичных веществ (газов либо иных соединений), которые могут навредить работнику.

12. При проведении сварки в закрытом пространстве или на глубине, применяется только оборудование с автоматическим отключением при рассоединении электрода и детали.

13. Если работа происходит при искусственном освещении, рекомендовано использование ламп с показателем 12Вт. Очистение сварной поверхности производится только в защитных очках, подходящим средством.

14. Переносить или переставлять оборудование можно только после отключения его от сети.

15. Во время сварки следят за проводкой, чтобы она не скрутилась, это важное условие безопасности.

1.2. Практические задания на экзамен по ПМ

Практико-ориентированное задание

1. Необходимо произвести ручную дуговую сварку металлического ящика из стали Ст3 с размерами $a=450\text{мм}$, $b=200\text{мм}$, $c=200\text{мм}$, $S=3\text{мм}$.

а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

б) Определите длину, количество и месторасположение прихваток.

2. Необходимо произвести сварку углового соединения 2 пластин длиной 1500 мм из стали марки 45 толщиной 7 мм в вертикальном положении.

а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки;

б) Определите длину, количество прихваток.

3. Необходимо произвести ручную дуговую сварку таврового соединения двух пластин толщиной 6мм, длиной 800мм. Из стали 15Х в вертикальном положении.

а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

б) Определите длину, количество прихваток.

4. Необходимо произвести ручную дуговую сварку стыкового соединения пластин, изготовленных из стали марки Ст.3 толщиной 3 мм, длина шва 450 мм, в нижнем положении.

а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

б) Определите длину, количество и месторасположение прихваток.

5. Необходимо произвести ручную дуговую сварку металлического ящика в нижнем положении. A=600мм. b=1000мм., C=1000мм., толщина свариваемого металла 5 мм, материал сталь 30.

а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

б) Определите длину, количество и место расположение прихваток.

6. Необходимо произвести ручную дуговую сварку тавровой балки в нижнем положении. Длина шва 1100мм, толщина свариваемого металла 6мм., материал сталь 09Х2М1.

а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

б) Определите длину, количество и месторасположение прихваток.

7. Необходимо выполнить ручную дуговую сварку пластин из стали марки Ст3, толщиной 2 мм, протяженность сварного шва 600мм.

а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

б) Определите длину, количество и месторасположение прихваток.

8. Необходимо выполнить ручную дуговую сварку пластин из стали марки Ст 0, толщиной 4 мм, протяженность сварного шва 400мм.

а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

б) Определите длину, количество и месторасположение прихваток.

9. Необходимо выполнить ручную дуговую сварку стального листа, толщиной 1 мм из стали марки В Ст3, шов длиной 200 мм в нижнем положении.

а) Подберите сварочные материалы, режимы сварки.

б) Определите длину, количество и месторасположение прихваток.

10. Необходимо произвести сварку нахлесточного соединения двух пластин длиной 900 мм. из стали марки 15ХГСНД толщиной 5 мм. в нижнем положении.

а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

б) Определите длину, количество прихваток.

11. Необходимо произвести ручную дуговую сварку углового соединения двух пластин длиной 1500мм. из стали марки 45 толщиной 7 мм, в вертикальном положении.

а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

б) Определите длину, количество прихваток.

12. Необходимо выполнить ручную дуговую сварку стыкового соединения пластин из стали марки Сталь 05, толщиной 3 мм, протяженность сварного шва 1100мм.

а) Подберите сварочные материалы, режимы сварки и

б) Объясните технику сварки шва в нижнем положении, чтобы исключить возможность возникновения сварочных деформаций.

13. Необходимо произвести ручную дуговую сварку трубы диаметром 120мм с толщиной стенки 4 мм из стали Ст3.

а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

б) Определите длину, количество прихваток.

14. Необходимо произвести ручную дуговую сварку пластины из стали 09Г2С1, толщиной 4мм, длиной 400мм в нижнем положении шва.

- а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.
- б) Определите длину, количество и месторасположение прихваток.
- 15. Необходимо произвести ручную дуговую сварку пластин из стали Ст.3, длиной 1300 мм. и толщиной 3 мм встык.
 - а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.
 - б) Определите длину, количество прихваток.
- 16. Необходимо произвести ручную дуговую сварку стыкового соединения двух пластин длиной 500мм. из стали марки Х23Н18 толщиной 4 мм в нижнем положении.
 - а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.
 - б) Определите длину, количество прихваток.
- 17. Необходимо произвести ручную дуговую сварку таврового соединения двух пластин толщиной 6мм, длиной 800мм. Из стали 15Х в вертикальном положении.
 - а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.
 - б) Определите длину, количество прихваток.

Эталоны ответов на практические задания

Практико-ориентированное задание

1. Необходимо произвести ручную дуговую сварку металлического ящика из стали Ст3 с размерами $a=450\text{мм}$, $b=200\text{мм}$, $c=200\text{мм}$, $S=3\text{мм}$.

- а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.
- б) Определите длину, количество и месторасположение прихваток.

Ответ:

- 1. Электроды УОНИ 13/45, диаметр электрода 3мм.
- 2. Зазор 1 мм, без скоса кромок 60-65°.
- 3. Сила тока 80-120А.

Длина прихваток 5-10 мм. Расстояние между прихватками 50-80 мм. Количество прихваток – 5.

2. Необходимо произвести ручную дуговую сварку углового соединения 2 пластин длиной 1500 мм из стали марки 45 толщиной 7 мм в вертикальном положении.

- а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки;
- б) Определите длину, количество прихваток.

Ответ:

Электроды УОНИ 13/55Ф, диаметр электрода 4мм.

Зазор 2 мм, скос кромок 70-90°.

Сила тока 180-250А. Подогрев до 150° С.

Сварку ведут сверху вниз непрерывным швом в 2 прохода с двух сторон.

Длина прихваток 30мм. Расстояние между прихватками не более 200 мм

Количество прихваток -7.

3. Необходимо произвести ручную дуговую сварку таврового соединения двух пластин толщиной 6 мм, длиной 800мм. Из стали 15Х в вертикальном положении.

- а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.
- б) Определите длину, количество прихваток.

Ответ:

Электроды УОНИ 13/55Ф, диаметр электрода 4мм.

Зазор 2 мм, скос кромок 70-90°.

Сила тока 120-200 А. Подогрев до 150° С.

Длина прихваток 30мм. Расстояние между прихватками не более 200 мм
Количество прихваток -5.

4. Необходимо произвести ручную дуговую сварку стыкового соединения пластин, изготовленных из стали марки Ст.3 толщиной 3 мм, длина шва 450 мм, в нижнем положении.

- а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.
- б) Определите длину, количество и месторасположение прихваток.

Ответ:

Электроды УОНИ 13/45, диаметр электрода 4мм.

Зазор 2 мм, без скоса кромок.

Сила тока 120-200 А.

Длина прихваток 10 мм. Расстояние между прихватками не более 80 мм

Количество прихваток -4.

5. Необходимо произвести ручную дуговую сварку металлического ящика в нижнем положении. А=600мм. b=1000мм., С=1000мм., толщина свариваемого металла 5 мм, материал сталь 30.

- а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.
- б) Определите длину, количество и месторасположение прихваток.

Электроды УОНИ 13/45, диаметр электрода 4мм.

Зазор 2 мм, угол скоса кромок 70-90°.

Сила тока 120-200 А.

Длина прихваток 20 мм. Расстояние между прихватками не более 90 мм

Количество прихваток при протяженности 600мм -5.

Количество прихваток при протяженности 1000мм -7.

6. Необходимо произвести ручную дуговую сварку тавровой балки в нижнем положении. Длина шва 1100мм, толщина свариваемого металла 6 мм, материал сталь 09Х2М1.

- а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.
- б) Определите длину, количество и месторасположение прихваток.

Электроды УОНИ 13/55Ф, диаметр электрода 4мм.

Зазор 2 мм, скос кромок 70-90°.

Сила тока 120-200 А. Подогрев до 150° С.

Сварку ведут сверху вниз непрерывным швом в 2 прохода с двух сторон.

Длина прихваток 30мм. Расстояние между прихватками не более 200 мм

Количество прихваток -5.

7. Необходимо выполнить ручную дуговую сварку пластин из стали марки Ст.3, толщиной 2 мм, протяженность сварного шва 600мм.

- а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.
- б) Определите длину, количество и месторасположение прихваток.

Электроды УОНИ 13/45, диаметр электрода 2мм.

Зазор -1мм, без скоса кромок.

Сила тока 40-80 А.

Длина прихваток 20 мм. Расстояние между прихватками не более 80 мм

Количество прихваток при протяженности 600мм -7.

8. Необходимо выполнить ручную дуговую сварку пластин из стали марки Ст 0, толщиной 4 мм, протяженность сварного шва 400мм.

а) Подберите сварочные материалы, режимы сварки.

б) Определите длину, количество и месторасположение прихваток.

Ответ:

Электроды УОНИ 13/45, диаметр электрода 4мм.

Зазор 2 мм, угол скоса кромок 65-70°.

Сила тока 120-200 А.

Длина прихваток 20 мм. Расстояние между прихватками не более 120 мм

Количество прихваток при протяженности 400мм -3.

9. Необходимо выполнить ручную дуговую сварку стального листа, толщиной 1 мм из стали марки В Ст3, шов длиной 200 мм в нижнем положении.

а) Подберите сварочные материалы, режимы сварки.

б) Определите длину, количество и месторасположение прихваток.

Ответ:

Электроды УОНИ 13/45, диаметр электрода -1,6 мм.

Без зазора, без разделки кромок.

Сила тока 25-50 А.

Длина прихваток 3 мм. Расстояние между прихватками не более 40 мм

Количество прихваток при протяженности 200мм -7.

10. Необходимо произвести ручную дуговую сварку нахлесточного соединения двух пластин длиной 900 мм. из стали марки 15ХГСНД толщиной 5 мм. в нижнем положении.

а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

б) Определите длину, количество прихваток.

Ответ:

Электроды УОНИ 13/55, диаметр электрода 4мм.

Зазор 3 мм, скос кромок 70-90°.

Сила тока 120-200 А. Подогрев до 150° С.

Длина прихваток 25мм. Расстояние между прихватками не более 180 мм

Количество прихваток -5.

11. Необходимо произвести ручную дуговую сварку углового соединения двух пластин длиной 1500мм. из стали марки 45 толщиной 7 мм, в вертикальном положении.

а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

б) Определите длину, количество прихваток.

Ответ:

Электроды УОНИ 13/55Ф, диаметр электрода 4мм.

Зазор 2 мм, скос кромок 70-90°.

Сила тока 180-250А.

Подогрев до 150° С.

Сварку ведут сверху вниз непрерывным швом в 2 прохода с двух сторон.

Длина прихваток 30мм. Расстояние между прихватками не более 200 мм

Количество прихваток -7.

12. Необходимо выполнить ручную дуговую сварку стыкового соединения пластин из стали марки Сталь 05, толщиной 3 мм, протяженность сварного шва 1100мм.

а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

б) Определите длину, количество прихваток.

Ответ:

Электроды УОНИ 13/45, диаметр электрода 3мм.

Зазор 2 мм, без скоса кромок.

Сила тока 80-160 А.

Длина прихваток 10-15 мм. Расстояние между прихватками не более 120 мм

Количество прихваток -8.

13. Необходимо произвести ручную дуговую сварку трубы диаметром 120мм с толщиной стенки 4 мм из стали Ст3.

а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

б) Определите длину, количество прихваток.

Ответ:

Электроды УОНИ 13/45, диаметр электрода 4мм.

Зазор 2 мм, угол скоса кромок 65-70°.

Сила тока 120-200 А. Количество прихваток при протяженности 120мм -2.

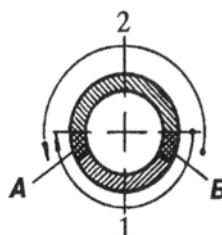


Рис. 1 Последовательность сварки неповоротного стыка труб диаметром до 150 мм

14. Необходимо произвести ручную дуговую сварку пластины из стали 09Г2С1, толщиной 4мм, длиной 400мм в нижнем положении шва.

а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

б) Определите длину, количество и месторасположение прихваток.

Ответ:

Электроды УОНИ 13/45, диаметр электрода 4мм.

Зазор 2 мм, угол скоса кромок 65-70°.

Сила тока 120-200 А.

Длина прихваток 20 мм. Расстояние между прихватками не более 120 мм

Количество прихваток при протяженности 400мм -3.

15. Необходимо произвести ручную дуговую сварку пластин из стали Ст.3, длиной 1300 мм. и толщиной 3 мм встык.

а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

б) Определите длину, количество прихваток.

Ответ:

Электроды УОНИ 13/45, диаметр электрода 3мм.

Зазор 2 мм, без скоса кромок.

Сила тока 80-160 А.

Длина прихваток 10-15 мм. Расстояние между прихватками не более 120 мм

Количество прихваток -9.

16. Необходимо произвести ручную дуговую сварку стыкового соединения двух пластин длиной 500мм. из стали марки Х23Н18 толщиной 4 мм в нижнем положении.

а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

б) Определите длину, количество прихваток.

Ответ:

Электроды УОНИ 13/55, диаметр электрода 4мм.

Зазор 2 мм, скос кромок 65-70°.

Сила тока 160-200 А. Подогрев до 150° С.

Длина прихваток 20мм. Расстояние между прихватками не более 200 мм

Количество прихваток -4.

17. Необходимо произвести ручную дуговую сварку таврового соединения двух пластин толщиной 6мм, длиной 800мм. Из стали 15Х в вертикальном положении.

а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки.

б) Определите длину, количество прихваток.

Ответ:

Электроды УОНИ 13/55Ф, диаметр электрода 4мм.

Зазор 2 мм, скос кромок 70-90°.

Сила тока 120-200 А. Подогрев до 150° С.

Длина прихваток 30мм. Расстояние между прихватками не более 200 мм

Количество прихваток -5.

4.Комплект билетов.

5.Экзаменационная ведомость.

Оценка запланированных результатов по МДК

Результаты обучения (элементы)	Показатели оценки результата
У1- Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавка, резки) плавящимся покрытым электродам.	Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки, резки).
У2 - Настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавка, резки) плавящимся покрытым электродам.	Выполняет настройку сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки).
У3 - Выполнять сварку различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.	Подготавливает оборудование и выполняет сварку различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.
У4 - Владеть техникой дуговой резки металла.	Владеет техникой дуговой резки металла.
З1 - Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродам, и обозначения их на чертежах.	Основные типы конструктивных элементов и размеры сварных соединений, основные обозначения на чертежах.
З2 - Основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродам.	Классификацию групп и марок материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой.
З3 - Сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродам.	Классификацию наплавочных материалов для ручной, дуговой сварки.

34 - Технику и технологию ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродам различных деталей и конструкций в пространственных положениях сварного шва.	Алгоритм технологического процесса ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом различных деталей и конструкций в пространственных положениях сварного шва.
35 - Основы дуговой резки.	Алгоритм дуговой резки.
36 - Причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при ручной дуговой сварке (наплавке, резке) плавящим.	Причины возникновения и способы устранения дефектов сварных швов.
ОК.1 Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес. ОК.2 Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем	Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).
ПК 2.1. Выполнять ручную дуговую сварку различных деталей из углеродистых и конструкционных сталей во всех пространственных положениях сварного шва.	Определяет основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой плавящимся покрытым электродом, и обозначение их на чертежах. Перечисляет основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой плавящимся покрытым электродом. Называет сварочные материалы для ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Объясняет технику и технологию ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом различных деталей и конструкций в пространственных положениях сварного шва. Проводит проверку оснащённости сварочного поста ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит проверку работоспособности и исправности оборудования поста ручной дуговой сварки плавящимся покрытым

	электродом. Проводит проверку наличия заземления сварочного поста ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит проверку сварочных материалов для ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит настройку оборудования ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом для выполнения сварки. Выполняет сварку различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.
ПК 2.2. Выполнять ручную дуговую сварку различных деталей из цветных металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва.	Определяет основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений из цветных металлов и сплавов, и обозначение их на чертежах. Называет сварочные материалы для ручной дуговой сварки цветных металлов и сплавов. Объясняет технику и технологию ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом различных деталей из цветных металлов и сплавов. Проводит проверку оснащенности сварочного поста ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит проверку работоспособности и исправности оборудования поста ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит проверку наличия заземления сварочного поста ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит проверку сварочных материалов для ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит настройку оборудования ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом для выполнения сварки. Выполняет сварку различных деталей из цветных металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва
ПК 2.3. Выполнять ручную дуговую наплавку покрытыми электродами различных	Называет сварочные материалы для дуговой наплавки. Объясняет технику и технологию

деталей.	ручной дуговой наплавки. Проводит проверку оснащенности сварочного поста дуговой наплавки. Проводит проверку работоспособности и исправности оборудования поста дуговой наплавки. Проводит проверку наличия заземления сварочного поста. Проводит проверку сварочных материалов для дуговой наплавки покрытым электродом. Проводит настройку оборудования дуговой наплавки покрытым электродом. Владеет техникой дуговой наплавки металла.
ПК 2.4. Выполнять дуговую резку различных деталей.	Называет сварочные материалы для дуговой резки металлов. Объясняет технику и технологию дуговой резки. Проводит проверку оснащенности сварочного поста дуговой резки. Проводит проверку работоспособности и исправности оборудования поста дуговой резки. Проводит проверку наличия заземления сварочного поста. Проводит проверку сварочных материалов для дуговой резки покрытым электродом. Проводит настройку оборудования дуговой резки покрытым электродом.

4.Комплект билетов - 30 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 _____ (Ф.И.О.) _____ (подпись) «___» _____ 20__ г.	Экзаменационный билет №2 по ПМ 02 Ручная дуговая сварка (наплавка, резка) покрытыми электродами 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 Подготовка металла и сборка изделий под сварку. 2. Технология сварки меди металлическим электродом. 3. Практико-ориентированное задание Необходимо произвести сварку углового соединения 2 пластин длиной 1500 мм из стали марки 45 толщиной 7 мм в вертикальном положении. а) Подберите материалы, оборудование и режим сварки. б) Определите длину, количество прихваток.		

Критерии оценки ответов, обучающихся:

«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.

«4» (хорошо) – если студент полно освоил учебный материал, владеет научно-понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет теоретические знания на практике, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.

«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 практико - ориентированные вопросы; не умеет доказательно обосновать собственные суждения.

«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. Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми
электродами*

подготовки квалифицированных рабочих, служащих

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

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. Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами.

Разработчики:

Организация-разработчик: КГА ПОУ «ДИТК»

Разработчик: Гаврикова Елена Юрьевна, преподаватель

ОДОБРЕН

цикловой методической комиссией

Протокол № 1

от «30» августа 2023 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. «Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами» 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:

31 основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродам, и обозначения их на чертежах;

32 основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродам;

33 сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродам;

34 технику и технологию ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродам различных деталей и конструкций в пространственных положениях сварного шва;

35 основы дуговой резки;

36 причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при ручной дуговой сварке (наплавке, резке) плавящимся покрытым электродом;

Обучающийся должен уметь:

У1 проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавка, резки) плавящимся покрытым электродам;

У2 настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавка, резки) плавящимся покрытым электродам;

У3 выполнять сварку различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва;

У4 владеть техникой дуговой резки металла.

Личностные результаты.

Личностные результаты реализации программы воспитания (дескрипторы)	Код личностных результатов реализации программы воспитания
Портрет выпускника СПО	
Осознающий себя гражданином и защитником великой страны.	ЛР 1
Проявляющий активную гражданскую позицию, демонстрирующий приверженность принципам честности, порядочности, открытости. Экономически активный и участвующий в студенческом и территориальном самоуправлении, в том числе на условиях добровольчества, продуктивно взаимодействующие и участвующие в деятельности общественных организаций. Готовый использовать свой личный и профессиональный потенциал для защиты национальных	ЛР 2

интересов России.	
Демонстрирующий приверженность к родной культуре, исторической памяти на основе любви к Родине, родному народу, малой родине, принятию традиционных ценностей многонационального народа России. Лояльный к установкам и проявлениям представителей субкультур, отличающий их от групп с деструктивным поведением. Демонстрирующий неприятие и предупреждающий социально опасное поведение окружающих.	ЛР 3
Принимающий цели и задачи научно-технологического, экономического, информационного развития России, готовый работать на их достижение. Стремящийся к формированию в сетевой среде личностного и профессионального, конструктивного «цифрового следа».	ЛР 6
Готовый соответствовать ожиданиям работодателей: проектно мыслящий, эффективно взаимодействующий с членами команды и сотрудничающий с другими людьми, осознанно выполняющий профессиональные требования, ответственный, пунктуальный, дисциплинированный, трудолюбивый, критически мыслящий, нацеленный на достижение поставленных целей; демонстрирующий профессиональную жизнестойкость.	ЛР 7
Проявляющий и демонстрирующий уважение к представителям различных этнокультурных, социальных, конфессиональных и иных групп. Сопричастный к сохранению, преумножению и трансляции культурных традиций и ценностей многонационального российского государства.	ЛР 8
Уважающий этнокультурные, религиозные права человека, в том числе с особенностями развития; ценящий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.	ЛР 9
Осознающий приоритетную ценность личности человека; уважающий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.	ЛР 12
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные ключевыми работодателями	
Умение реализовывать личностные качества в производственном процессе	ЛР 13
Стрессоустойчивость, коммуникабельность	ЛР 14
Опыт научно-исследовательской деятельности	ЛР 15
Открытый к текущим и перспективным изменениям в мире труда, демонстрирующий навыки самообразования и саморазвития.	ЛР 16
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные субъектами образовательного процесса	
Инновационность мышления в реализации производственных задач	ЛР 17
Выполнение социальных норм и правил, внутреннего распорядка колледжа и предприятия	ЛР 28
Профессиональная идентичность и ответственность	ЛР 19
Самооценка и рефлексия результатов своей деятельности и развития	ЛР 20

Формируемые ОК:

Код	Наименование общих компетенций
ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем

Формируемые ПК:

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ВД 1	Изготовление, реконструкция, монтаж, ремонт и строительство конструкций различного назначения с применением ручной и частично механизированной сварки (наплавки) во всех пространственных положениях сварного шва
ПК 2.1.	Выполнять ручную дуговую сварку различных деталей из углеродистых и конструкционных сталей во всех пространственных положениях сварного шва.
ПК 2.2.	Выполнять ручную дуговую сварку различных деталей из цветных металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва.
ПК 2.3.	Выполнять ручную дуговую наплавку покрытыми электродами различных деталей.
ПК 2.4.	Выполнять дуговую резку различных деталей.

Формой промежуточной аттестации является проверочная работа, 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 ручной дуговой сварки (наплавка, резки) плавящимся покрытым электродам; ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Правильно подбирает инструмент и оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом, проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). Использование передовых информационно-

	коммуникационные технологии. 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
У2- Настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавка, резки) плавящимся покрытым электродам; ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Выбирает режимы ручной дуговой сварки и настраивает сварочное оборудование в соответствии с конкретной задачей. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
У3 - выполнять сварку различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес. ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Выполняет ручную дуговую сварку различных деталей из углеродистых и конструкционных сталей во всех пространственных положениях сварного шва. Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности.

	Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
У4 - Владеть техникой дуговой резки металла. ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем	Владеет техникой дуговой резки металла, исправляет дефекты сварных соединений деталей Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач
Знать:	
31- Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродам, и обозначения их на чертежах.	Читает чертежи, схемы, технологические карты, знает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродом, и обозначение их на чертежах
32 - Основные группы и марки	Знает основные группы и марки материалов,

материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродам.	свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродом
33 - Сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродам.	Знает сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом
34- Технику и технологию ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродам различных деталей и конструкций в пространственных положениях сварного шва.	Знает и выполняет ручной дуговой сваркой различные детали и конструкции в различных пространственных положениях сварного шва;
35- Основы дуговой резки.	Знает основы и алгоритм дуговой резки
36- Причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при ручной дуговой сварке (наплавке, резке) плавящимся покрытым электродом.	Знает причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при ручной дуговой сварке (наплавке, резке) плавящимся покрытым электродом.

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. Выполнение дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами				
Тема 1.1 Техника и технология ручной дуговой сварки	31-34, 36 У 1-4 ПК 2.1-2.4 ОК 01-02, ЛР 1-3, 6-9, 12-20	Устный опрос, практические занятия, тестирование.	31-34, 36 У 1-4 ОК1-ОК2 ПК 2.1-2.4	2 семестр – контрольная работа
Тема 1.2 Особенности дуговой сварки сталей	31-34, 36 У 1-4 ПК 2.1-2.4 ОК 01-02, ЛР 1-3, 6-9, 12-20	Устный опрос, практические занятия, тестирование		3 семестр - экзамен
Тема 1.3 Особенности дуговой сварки чугуна.	31-34, 36 У 1-4 ПК 2.1-2.4 ОК 01-02,	Устный опрос, практические занятия, тестирование.		

	ЛР 1-3, 6-9, 12-20			
Тема 1.4 Особенности дуговой сварки цветных металлов и их сплавов.	31-34, 36 У 1-4 ПК 2.1-2.4 ОК 01-02, ЛР 1-3, 6-9, 12-20	Устный опрос, практические занятия, тестирование		
Тема 1.5 Термическая резка металлов.	31-34, 36 У 1-4 ПК 2.1-2.4 ОК 01-02, ЛР 1-3, 6-9, 12-20	Устный опрос, практические занятия, тестирование		
Тема 1.6 Техника и технология выполнения наплавки покрытыми электродами	31-34, 36 У 1-4 ПК 2.1-2.4 ОК 01-02, ЛР 1-3, 6-9, 12-20	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. 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. Другие формы контроля

1.Форма проведения: контрольная работа.

2.Условия выполнения

1.Инструкция для обучающихся. внимательно прочитайте задание.

2.Время выполнения: 45 минут.

3.Оборудование учебного кабинета: КИМ для проведения контрольной работы, письменные принадлежности (ручки, карандаши, линейки)

4.Технические средства обучения: не используются.

5.Информационные источники: не допускаются.

6.Требования охраны труда: выполнение норм санитарного законодательства.

3.Пакет материалов

1.Перечень вопросов, которые включает контрольная работа:

1. Назовите и опишите подготовительные операции под сварку.

2. Опишите правила наложения прихваток.

3.В каких направлениях может производиться сварка и под каким углом?

4. Назовите углы наклона электрода в различных пространственных положениях.

5. Назовите, и зарисуйте виды колебательного движения электродом.

6. Назовите способы заполнения швов по длине и пол сечению.

7. Изобразите схемы заполнения многослойного шва с малым интервалом времени.

8. Назовите основные и дополнительные параметры режима сварки.

9. Как выбирают сварочный ток?

10. Опишите технику выполнения сварки в нижнем положении.

Оценка запланированных результатов по МДК

Результаты обучения (элементы)	Показатели оценки результата
У1- Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавка, резки) плавящимся покрытым электродам.	Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки, резки).
У2 - Настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавка, резки) плавящимся покрытым электродам.	Выполняет настройку сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки).

У3 - Выполнять сварку различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.	Подготавливает оборудование и выполняет сварку различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.
31 - Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродам, и обозначения их на чертежах.	Основные типы конструктивных элементов и размеры сварных соединений, основные обозначения на чертежах.
32 - Основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродам.	Классификацию групп и марок материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой
33 - Сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродам.	Классификацию наплавочных материалов для ручной, дуговой сварки.
34 - Технику и технологию ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродам различных деталей и конструкций в пространственных положениях сварного шва.	Алгоритм технологического процесса ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом различных деталей и конструкций в пространственных положениях сварного шва.
36 - Причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при ручной дуговой сварке (наплавке, резке) плавящим.	Причины возникновения и способы устранения дефектов сварных швов
ОК.1 Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес. ОК.2 Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем	Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участствует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
ПК 2.1. Выполнять ручную дуговую сварку различных деталей из углеродистых и конструкционных сталей во всех пространственных положениях сварного шва.	Определяет основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой плавящимся покрытым электродом, и обозначение их на чертежах. Перечисляет основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой плавящимся покрытым электродом. Называет сварочные материалы для ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Объясняет технику и технологию ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом различных деталей и конструкций в пространственных положениях сварного шва. Проводит проверку оснащённости сварочного поста ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит проверку работоспособности и исправности оборудования поста ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит проверку наличия заземления сварочного поста ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит проверку сварочных материалов для ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит настройку оборудования ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом для выполнения сварки. Выполняет сварку различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.

1. Назовите и опишите подготовительные операции под сварку.
2. В каких направлениях может производиться сварка?
3. Назовите, и зарисуйте виды колебательного движения электродом.
4. Изобразите схемы заполнения многослойного шва с малым интервалом времени.
5. Как выбирают сварочный ток?

4.Эталоны ответов.

Контрольная работа (вариант № 1)

1. Назовите и опишите подготовительные операции под сварку.

В подготовку металла под сварку входят следующие этапы:

- правка, необходимая для деформировавшихся изделий;
- разметка, для дальнейшего раскроя деталей конструкции;
- резка — непосредственно создание всех заготовок;
- гибка отдельных деталей, если она необходима;
- работа с торцами, кромками: разделка, зачистка;
- сборка конструкции перед началом основной сварки.

Правка — обязательная подготовительная операция, которую проводят после деформации. Выравнивание деталей может выполняться горячим или холодным методом: выбор зависит от размеров, от того, насколько серьезны искривления. Правку делают либо вручную, либо с помощью оборудования.

Разметка (или наметка) — перенос размеров заготовок с чертежа на металл. Первая состоит в вычерчивании контуров свариваемых элементов. Во время операции намечают места сгиба, центры отверстий и т. д. Этот этап наиболее требователен к мастеру: даже небольшая ошибка способна стать причиной изготовления бракованной детали. Разметку производят с помощью металлической линейки, рулетки, угольника, штангенциркуля и чертилки. Керном делают углубления, но исключением для инструмента является нержавеющая сталь.

Резка металла является обязательным элементом подготовительных работ при сварке по чертежам. Обработка заготовок может выполняться посредством разнотипного оборудования:

- Ручного. Резаком, ножницами по металлу.
- Электрического. Углошлифовальной машинки, болгаркой и др.
- Термического. Используются кислородный или газовый резаки.

Подготовка кромок металла под сварку требует особого внимания, так как от их чистоты и правильной конфигурации в значительной мере зависит качество сварных соединений. Кромки могут иметь плоскую, V-образную и X-образную форму. Холодная разделка кромок металла под сварку выполняется с помощью ручных инструментов или специальных станков и заключается в подрезке фасок.

Зачистка. Эта подготовка металла к сварке сводится к устранению загрязнений, следов защиты (смазки), химического налета, ржавчины или оксидных пленок.

2. В каких направлениях может производиться сварка и под каким углом?

Сварка может вестись в четырех направлениях (рис.1) слева на право, справа на лево, от себя и себе.

Независимо от направления сварки электрод должен быть наклонен к оси шва так, чтобы металл свариваемого изделия проплавлялся на наибольшую глубину и правильно

бы формировался металл шва. Для получения плотного и ровного шва для сварки в нижнем положении на горизонтальной плоскости угол наклона электрода должен быть 15° от вертикали в сторону ведения шва — углом назад (рис. 1, б).

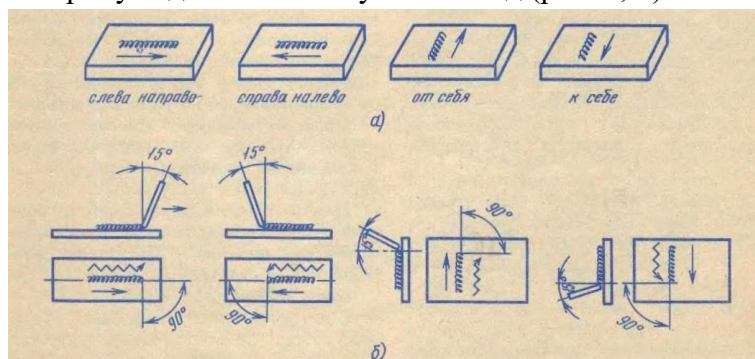


Рис. 1

3. Назовите, и зарисуйте виды колебательного движения электродом.

Для получения валика нужной ширины производят поперечные колебательные движения электрода.

Наиболее распространенные виды поперечных движений электрода при ручной сварке (рис. 1): прямые по ломаной линии; полумесяцем, обращенным концами к наплавленному шву; полумесяцем, обращенным концами к направлению сварки; треугольниками; петлеобразные с задержкой в определенных местах.

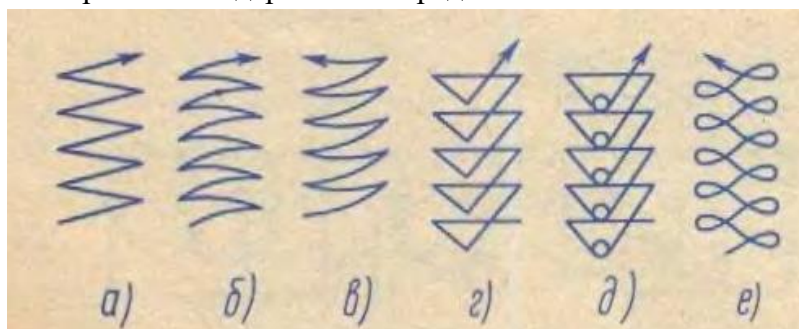


Рис.1

4. Изобразите схемы заполнения многослойного шва с малым интервалом времени.

Если число слоев равно числу проходов дугой, то такой шов называют многослойным. Если некоторые из слоев выполняются за несколько проходов, то такой шов называют многопроходным.

Для более равномерного нагрева металла шва по всей его длине швы выполняют двойным слоем, секциями, каскадом и блоками, причем в основу всех этих способов положен принцип обратноступенчатой сварки.

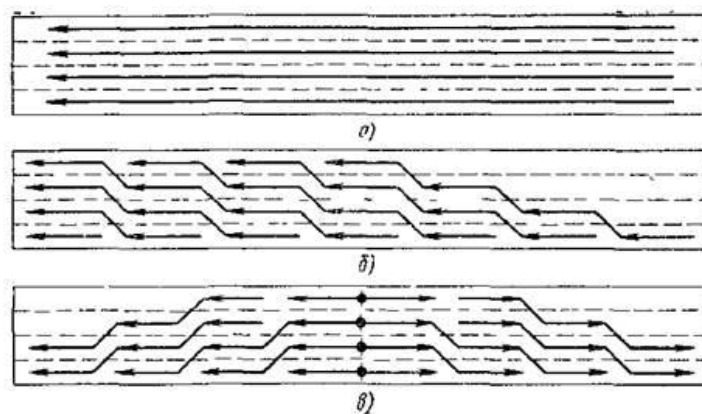


Рис. 5-36. Последовательность выполнения многослойных швов при ручной и полуавтоматической сварке:
 а — секциями; б — каскадом; в — горкой

5. Как выбирают сварочный ток?

Ток выбирают в зависимости от диаметра электрода. Для выбора тока можно пользоваться зависимостью: $I = K \cdot d$, где $K = 35 \div 60$ А/мм; d — диаметр электрода, мм.

Относительно малый сварочный ток ведет к неустойчивому горению дуги, непровару и малой производительности. Чрезмерно большой ток ведет к сильному нагреву электрода при сварке, увеличению скорости плавления электрода и непровару, повышенному разбрызгиванию электродного материала и ухудшению формирования шва.

2. 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: не допускаются
6. Требования охраны труда: выполнение норм санитарного законодательства.

3. Пакет экзаменатора:

3.1. Перечень тем выносимых на экзамен:

1. Техника и технология ручной дуговой сварки.
2. Особенности дуговой сварки сталей.
3. Особенности дуговой сварки чугуна.
4. Особенности дуговой сварки цветных металлов и их сплавов.
5. Термическая резка металлов.
6. Техника и технология выполнения наплавки покрытыми электродами

3.2. Перечень вопросов, выносимых на экзамен

1. Сущность и классификация процесса сварки.
2. Особенности дуговой сварки меди и ее сплавов: свойства меди, затрудняющие сварку, влияние примесей.
3. Подготовка металла и сборка изделий под сварку.
4. Технология сварки меди металлическим электродом.

5. Техника и технология выполнения сварных швов: зажигание сварочной дуги, длина дуги, положение электрода.
6. Технология сварки латуни.
7. Колебательные движения электродов: назначение, разновидности.
8. Технология сварки бронзы.
9. Положение и перемещение электрода при сварке.
10. Особенности и технология сварки алюминия и его сплавов ручной дуговой сваркой.
11. Способы наложения швов различной протяженности.
12. Наплавка на плоскую поверхность детали из низкоуглеродистой стали.
13. Способы заполнения шва по сечению и длине. Окончание шва.
14. Разделительная дуговая резка металлов электродами.
15. Выбор режима сварки.
16. Поверхностная дуговая резка металлов электродами.
17. Влияние режима сварки на форму и размеры шва.
18. Сущность, виды и применение наплавки.
19. Техника выполнения стыковых сварных соединений в нижнем положении.
20. Материалы, применяемые для наплавки.
21. Сварка угловых, тавровых и нахлесточных соединений в нижнем положении.
22. Техника ручной наплавки покрытым электродом.
23. Особенности выполнения вертикальных, горизонтальных и потолочных швов.
24. Техника выполнения наплавки на тела вращения.
25. Сварка заготовок большой толщины.
26. Восстановление деталей наплавкой.
27. Техника и технология сварки тонкого металла.
28. Классификация дефектов сварных соединений.
29. Способы высокопроизводительной ручной дуговой сварки.
30. Возможные дефекты дуговой сварки стальных изделий.
31. Классификация сталей по свариваемости.
32. Классификация видов контроля качества сварных швов и сварных изделий.
33. Сварка углеродистых конструкционных сталей.
34. Способы исправления дефектов после сварки.
35. Сварка низколегированных сталей.
36. Сущность основных видов неразрушающего контроля качества сварки.
37. Сварка среднелегированных сталей.
38. Контроль качества наплавочных работ.
39. Источники питания ручной дуговой сварки.
40. Дефекты при наплавке.
41. Сварка высоколегированных сталей и сплавов.
42. Классификация электродов, условные обозначения.
43. Особенности сварки чугуна: свойства, влияющие на свариваемость.
44. Материалы, применяемые для ручной дуговой сварки.
45. Технология холодной сварки чугуна.
46. Общие требования безопасности при ведении электросварочных работ.

47. Технология горячей сварки чугуна.

48. Правила безопасности во время электросварочных работ.

Эталоны ответов на вопросы

1. Сущность и классификация процесса сварки.

Сваркой называется процесс получения неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между соединяемыми частями при их нагревании и (или) пластическом деформировании.

Сущность сварки плавлением (рис. 1) состоит в том, что металл по кромкам свариваемых деталей 1 и 2 подвергается плавлению от нагрева сильным концентрированным источником тепла: электрической дугой, газовым пламенем, химической реакцией, расплавленным шлаком, энергией электронного луча, плазмой, энергией лазерного луча. Во всех этих случаях образующийся от нагрева жидкий металл одной кромки самопроизвольно соединяется с жидким металлом другой кромки.

Создается общий объем жидкого металла, который называется сварочной ванной. После застывания металла сварочной ванны получается металл шва 4. Металл шва может образоваться только за счет переплавления металла по кромкам 3 или дополнительного присадочного металла, введенного в сварочную ванну.

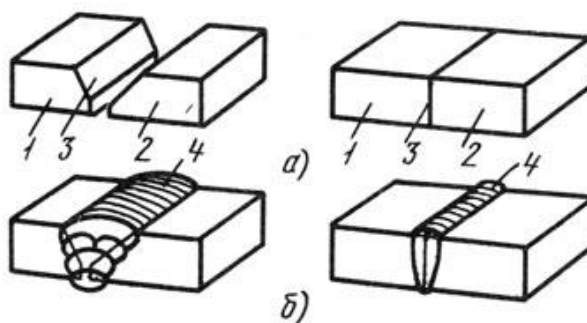


Рис.1 Схема соединения деталей сваркой плавлением: а - детали перед сваркой, б - детали после сварки

Согласно ГОСТ 19521-74 сварка металлов классифицируется по физическим, техническим и технологическим признакам.

Классификация видов сварки металлов по физическим признакам.

В зависимости от формы энергии, используемой для образования сварного соединения, различают три класса сварочных процессов: термический, термомеханический и механический. Вид сварки объединяет сварочные процессы по виду источника энергии, непосредственно используемого для образования сварного соединения.

К термическому классу относятся виды сварки, осуществляемые плавлением с использованием тепловой энергии, а именно: дуговая, электрошлаковая, электронно-лучевая, плазменно-лучевая, ионно-лучевая, тлеющим разрядом, световая, индукционная, газовая, термитная и литейная.

К термомеханическому классу относятся виды сварки, осуществляемые с использованием тепловой энергии и давления, а именно: контактная, диффузионная, индукционно-прессовая, газопрессовая, термокомпрессионная, дугопрессовая, шлакопрессовая, термитно-прессовая и печная.

К механическому классу относятся виды сварки, осуществляемые с

использованием механической энергии и давления, а именно: холодная, взрывом, ультразвуковая, трением и магнитоимпульсная.

Классификация видов сварки металлов по техническим признакам.

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 смесь активных газов), инертные газы (аргон, гелий и смесь аргона с гелием), а также смесь инертных и активных газов.

По непрерывности процесса виды сварки бывают непрерывные и прерывистые; по степени механизации виды сварки подразделяются на ручные, механизированные, автоматизированные и автоматические.

Классификация видов сварки металлов по технологическим признакам.

По технологическим признакам сварка подразделяется на дуговую, электрошлаковую, электроннолучевую, плазменно-лучевую, световую, газовую, контактную, диффузионную, печную, холодную и ультразвуковую.

2. Особенности дуговой сварки меди и ее сплавов: свойства меди, затрудняющие сварку, влияние примесей.

Медь обладает высоко электропроводностью, теплопроводностью, теплоемкостью, пластичностью, высокой коррозионной стойкостью.

Температура плавления - 1083 °С.

Свариваемость меди зависит от ее химической чистоты: чем меньше в меди содержится вредных примесей, тем ее свариваемость выше.

Вредными примесями в меди, снижающими ее механические свойства и свариваемость, являются кислород, сера, висмут, свинец и др.

Трудности сварки меди вызываются ее физико-химическими свойствами: медь обладает высокой теплопроводностью, имеет большой коэффициент линейного расширения при нагревании. Медь имеет склонность к окислению (то есть соединению с кислородом).

Все эти причины заставляют применять при сварке меди специальные флюсы, защищающие основной металл от окисления и растворяющие образовавшиеся окислы.

В состав присадочной проволоки вводятся раскислители: кремний, фосфор, алюминий, марганец и др.

Ручная дуговая сварка меди металлическим электродом

Этим методом сваривают изделия из проката меди толщиной свыше 2 мм.

Сварка выполняется постоянным током обратной полярности с общим предварительным нагревом изделия до 300-400°C.

Соединение стыков при толщине металла до 4 мм можно выполнять без разделывания кромок, при толщине металла 4-12 мм применяют V-образную разделку кромок с углом раскрытия 60- 70°C.

Для сварки используют электроды «Комсомолец-100» предназначен для наплавки, сварки меди марки М1-М3. АНЦ/ОЗМ-2 применяется для работы с чистой медью и другие в зависимости от химического состава соединяемых деталей.

В качестве присадки используют прутки М1, М2, М3 и кремнистую бронзу.

3. Подготовка металла и сборка изделий под сварку.

При подготовке деталей под сварку поступающий металл подвергается правке, разметке, наметке, резке, подготовке кромок под сварку, холодной или горячей гибке.

Металл правят либо вручную, либо на различных листопрямых вальцах. Ручную правку выполняют на чугунных или стальных правильных плитах ударами кувалды или с помощью ручного винтового пресса. Угловая сталь правится на правильных вальцах (прессах), двутавры и швеллеры - на приводных или ручных правильных прессах.

Разметка и наметка - это такие операции, которые определяют конфигурацию будущей детали. Механическая резка применяется для прямолинейного реза листов, а иногда для криволинейного реза листов с использованием для этой цели роликовых ножниц с дисковыми ножами. Углеродистые стали разрезают газокислородной и плазменно-дуговой резкой. Эти способы могут быть ручными и механизированными. Для резки легированных сталей, цветных металлов может применяться газофлюсовая или плазменно-дуговая резка.

Основной металл и присадочный материал перед сваркой должны быть тщательно очищены от ржавчины, масла, влаги, окалина и различного рода неметаллических загрязнений. Наличие указанных загрязнений приводит к образованию в сварных швах пор, трещин, шлаковых включений, что приводит к снижению прочности и плотности сварного соединения.

4. Технология сварки меди металлическим электродом.

Ручная дуговая сварка, если она для данного металла целесообразна, имеет преимущество в технико-экономическом плане. Режим ручной сварки характерен достаточно высокой производительностью при наличии навыков у сварщика.

Этим методом сваривают изделия из проката меди толщиной свыше 2 мм.

Сварка выполняется постоянным током обратной полярности с общим предварительным нагревом изделия до 300-400°C.

Соединение стыков при толщине металла до 4 мм можно выполнять без разделывания кромок, при толщине металла 4-12 мм применяют V-образную разделку кромок с углом раскрытия 60- 70°C.

Ручная дуговая сварка меди осуществляется покрытыми электродами. Защитное покрытие электродов препятствует окислению шва, стабилизирует дугу и предотвращает пористость. В качестве электродного стержня выступает медная проволока. Она может содержать легирующие примеси (кремний, марганец). Допускается использование бронзовых стержней БрКМц3-1(CuSi3Mn1) или БрОФ4-03. Подобные стержни при сварке легируют медь кремнием, марганцем или фосфором, а также производят раскисление металла.

Для сварки используют электроды «Комсомолец-100» предназначен для наплавки, сварки меди марки М1-М3. АНЦ/ОЗМ-2 применяется для работы с чистой медью и другие в зависимости от химического состава соединяемых деталей.

В качестве присадки используют прутки М1, М2, М3 и кремнистую бронзу.

5. Техника и технология выполнения сварных швов: зажигание сварочной дуги, длина дуги, положение электрода.

Зажигание дуги. Существует два способа зажигания дуги покрытыми электродами - прямым отрывом и отрывом по кривой. Первый способ называют зажиганием впритык. Второй напоминает движение при зажигании спички и поэтому его называют чирканьем.

Сварщики успешно используют оба способа зажигания дуги, причем первый чаще применяется при сварке в узких и неудобных местах.

Длина дуги. Немедленно после зажигания дуги начинается плавление основного и электродного металлов. На изделии образуется ванна расплавленного металла. Сварщик должен поддерживать горение дуги так, чтобы ее длина была постоянной. От правильно выбранной длины дуги весьма сильно зависят производительность сварки и качество сварного шва.

Сварщик должен подавать электрод в дугу со скоростью, равной скорости плавления электрода. Умение поддерживать дугу постоянной длины характеризует квалификацию сварщика.

Нормальной считают длину дуги, равную 0,5 - 1,1 диаметра стержня электрода (в зависимости от типа и марки электрода и положения сварки в пространстве). Увеличение длины дуги снижает устойчивое ее горение, глубину проплавления основного металла, повышает потери на угар и разбрызгивание электрода, вызывает образование шва с неровной поверхностью и усиливает вредное воздействие окружающей атмосферы на расплавленный металл.

Положение электрода. Наклон электрода при сварке зависит от положения сварки в пространстве, толщины и состава свариваемого металла, диаметра электрода, вида и толщины покрытия.

Направление сварки может быть слева направо, справа налево, от себя и к себе (рис. 1, а).

Независимо от направления сварки положение электрода должно быть определенным: он должен быть наклонен к оси шва так, чтобы металл свариваемого изделия проплавлялся на наибольшую глубину. Для получения плотного и ровного шва при сварке в нижнем положении на горизонтальной плоскости угол наклона электрода должен быть 15° от вертикали в сторону ведения шва (рис. 1, б).

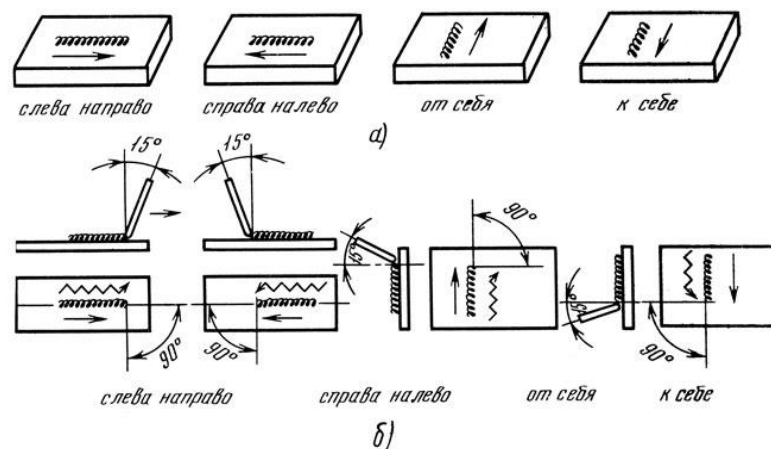


Рис. 1. Направления сварки (а) и наклон электрода (б)

Обычно дуга сохраняет направление оси электрода; указанным наклоном электрода сварщик добивается максимального проплавления металла изделия. При этом улучшается формирование шва, а также уменьшается скорость охлаждения металла сварочной ванны,

что предотвращает образование горячих трещин в шве.

При шланговой полуавтоматической сварке положение электродной проволоки аналогично положению электрода при ручной сварке покрытыми электродами.

6.Технология сварки латуни

Латунь является сплавом меди с цинком, содержание которого в сплаве может составлять от 20 до 55%. Обладает высокой прочностью, пластичностью, антикоррозионной стойкостью и удовлетворительной свариваемостью.

Основные трудности при сварке латуни, следующие:

- выгорание цинка в процессе сварки;
- поглощение газов расплавленным металлом сварочной ванны;
- повышенная склонность металла шва и околошовного участка к образованию трещин и пор.

Следует отметить, что пары цинка ядовиты.

Чтобы предотвратить испарение цинка, применяют специальные флюсы и присадочные материалы.

При сварке латуни необходимо также учитывать тот факт, что в диапазоне температур от 300 до 600°С она склонна к образованию трещин.

Подготовку кромок под сварку ведут в зависимости от толщины свариваемого металла: металл толщиной до 1 мм сваривают с отбортовкой кромок, при толщине от 1 до 5 мм - без скоса кромок; при толщине металла от 6 до 15 мм выполняют разделку V-образного типа на угол 70 - 90°.

Если металл имеет толщину от 15 до 25 мм, делают X - образную разделку кромок на тот же угол; притупление - 2 - 4 мм.

Кромки зачищают от металлического блеска или протравливают в 10%-ном водном растворе азотной кислоты. После травления кромки необходимо промыть горячей водой и насухо протереть.

Состав присадочного материала оказывает большое влияние на процессе сварки металла. При сварке применяют сварочные прутки марок ЛК62-0,5, ЛОК59-1-0,3 и присадочную проволоку марок Л63, ЛК62-0,2-0,04-0,5

Диаметр присадочной проволоки выбирается в зависимости от толщины свариваемого металла, но не более 8 мм.

Для сварки используют флюсы, включающие соединения бора или состоящие из хлористых и фтористых солей. Например, если проводят сварку латунной присадкой марки ЛК 80-3, то берут флюс с такими пропорциями: на хлористый калий приходится половина состава, на хлористый натрий, криолит, древесный уголь по 12,5%, 35% и 2,5% соответственно.

В случае применения для сварки других присадочных прутков используют такие флюсы: бура прокаленная - 100%; измельченный борный шлак - 100%; по 50% буры и борного шлака. Ручную сварку рекомендуется проводить угольными или графитовыми электродами с постоянной силой тока с напряжением дуги 30-40 В.

Сварку латуни начинают с возбуждения дуги на присадочном прутке, потом ее переносят в рабочую зону. От толщины свариваемых заготовок зависит сочетание силы тока, диаметр прутков и электродов. При сварке заготовки толще 10 мм ее предварительно подогревают до 300-500°С.

После сварки для повышения механических свойств сварной шов желательно проковать. Латунь, содержащую менее 40%, цинка проковывают в холодном состоянии, а латунь, содержащую свыше 40% цинка, проковывают при температуре 650 °С с последующим медленным охлаждением.

7. Колебательные движения электродов: назначение, разновидности.

Для получения валика нужной ширины производят поперечные колебательные движения электрода. Если перемещать электрод только вдоль оси шва без поперечных колебательных движений, то ширина валика определяется лишь силой сварочного тока и скоростью сварки и составляет от 0,8 до 1,5 диаметра электрода. Такие узкие (ниточные) валики применяют при сварке тонких листов, при наложении первого (корневого) слоя многослойного шва, при сварке по способу опирания и в других случаях.

Чаще всего применяют швы шириной от 1,5 до 4 диаметров электрода, получаемые с помощью поперечных колебательных движений электрода.

Наиболее распространенные виды поперечных колебательных движений электрода при ручной сварке (рис.1):

- прямые по ломаной линии;
- полумесяцем, обращенным концами к наплавленному шву;
- полумесяцем, обращенным концами к направлению сварки;
- треугольниками;
- петлеобразные с задержкой в определенных местах.

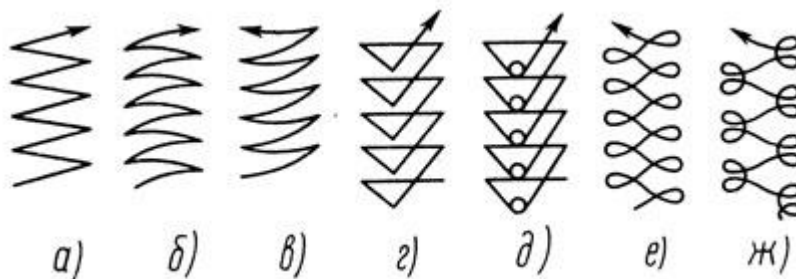


Рис. 1. Основные виды поперечных движений конца электрода: а, б, в, г - при обычных швах, д, е, ж - при швах с усиленным прогревом кромок

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

Движения полумесяцем, обращенным концами к наплавленному шву, применяют для стыковых швов со скосом кромок и для угловых швов с катетом менее 6 мм, выполняемых в любом положении электродами диаметрами до 4 мм.

Движения треугольником неизбежны при выполнении угловых швов с катетами шва более 6 мм и стыковых со скосом кромок в любом пространственном положении. В этом случае достигается хороший провар корня и удовлетворительное формирование шва.

Петлеобразные движения применяют в случаях, требующих большого прогрева металла по краям шва, главным образом при сварке листов из высоколегированных сталей. Эти стали обладают высокой текучестью и для удовлетворительного формирования шва приходится задерживать электрод на краях, с тем чтобы предотвратить прожог в центре шва и вытекание металла из сварочной ванны при вертикальной сварке. Петлеобразные движения можно с успехом заменить движениями полумесяцем с

задержкой дуги по краям шва.

8. Технология сварки бронзы

Бронзами называются сплавы меди с какими-либо легирующими элементами (алюминий, олово, марганец, свинец, фосфор, кремний и другие) преобладающий легирующий элемент определяет название бронзы (оловянистая бронза, фосфористая бронза и т.п.)

Бронза - мягкий и податливый материал, не подвержена коррозии, изделия из нее являются отличными проводниками электрического тока. На производстве для обозначения бронзы используют маркировку Бр, а для металлов, входящих в ее состав, соответствующие буквы.

Различают бронзу литейную, содержащую большее количество легирующих добавок, и деформируемую. Чем больше в сплаве легирующих добавок, тем сложнее проводить сварку конструкций.

Перед сваркой все бронзовые детали подогревают (за исключением деформируемой бронзы толщиной до 4 мм). Каждая марка бронзы требует отдельного подбора температуры подогрева: она может быть от 400°C до 800°C. При неправильно подобранной температуре подогрева бронза будет разрушаться, сварочный шов будет ненадежным.

При сварке бронзы следует защищать рабочую зону от внешней среды с помощью флюсов, благотворно влияющих на формирование шва и горение сварочной дуги. По окончании сварки детали из бронзы зачищают от флюса.

Широкое распространение получил метод дуговой сварки плавлением (существует ручной и автоматический метод).

Ручное сваривание бронзовых деталей выполняют электродами из бронзы и других металлов. Чаще всего металлическими электродами сваривают бронзу и углеродистую сталь. На производстве для сваривания бронзы используют электроды, имеющие толстое покрытие, именуемое обмазкой. Ее состав включает алюминиевую пудру, ферромарганец, криолит, калий и др. Для сварки используют такой электрод, у которого стержень идентичен преобладающему металлу в свариваемых изделиях.

Предварительно на рабочую зону, где будет проводиться сварка, наносят флюс. В зависимости от преобладающего в сплаве металла (олово или алюминий) выбирают подходящий флюс. Если основу бронзы составляет олово, берут флюсы, содержащие бор, если алюминий - флюсы, состоящие из фтора и хлора.

9. Положение и перемещение электрода при сварке.

Положение электрода. Наклон электрода при сварке зависит от положения сварки в пространстве, толщины и состава свариваемого металла, диаметра электрода, вида и толщины покрытия.

Направление сварки может быть слева направо, справа налево, от себя и к себе (рис. 1, а).

Независимо от направления сварки положение электрода должно быть определенным: он должен быть наклонен к оси шва так, чтобы металл свариваемого изделия проплавлялся на наибольшую глубину. Для получения плотного и ровного шва при сварке в нижнем положении на горизонтальной плоскости угол наклона электрода должен быть 15° от вертикали в сторону ведения шва (рис. 1,б).

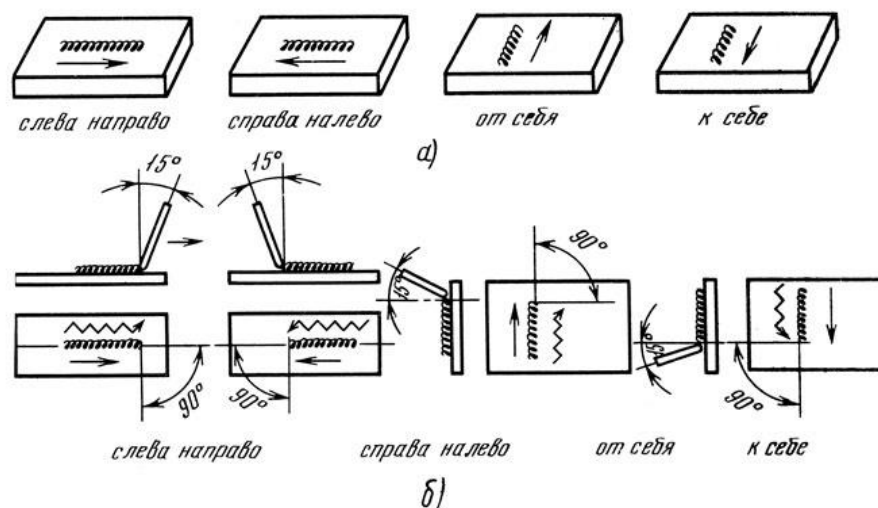


Рис. 1. Направления сварки (а) и наклон электрода (б)

Обычно дуга сохраняет направление оси электрода; указанным наклоном электрода сварщик добивается максимального проплавления металла изделия. При этом улучшается формирование шва, а также уменьшается скорость охлаждения металла сварочной ванны, что предотвращает образование горячих трещин в шве.

При шланговой полуавтоматической сварке положение электродной проволоки аналогично положению электрода при ручной сварке покрытыми электродами.

Перемещение электрода. Для получения валика нужной ширины производят поперечные колебательные движения электрода. Если перемещать электрод только вдоль оси шва без поперечных колебательных движений, то ширина валика определяется лишь силой сварочного тока и скоростью сварки и составляет от 0,8 до 1,5 диаметра электрода. Такие узкие (ниточные) валики применяют при сварке тонких листов, при наложении первого (корневого) слоя многослойного шва, при сварке по способу опирания и в других случаях.

Чаще всего применяют швы шириной от 1,5 до 4 диаметров электрода, получаемые с помощью поперечных колебательных движений электрода.

Наиболее распространенные виды поперечных колебательных движений электрода при ручной сварке (рис. 2):

- прямые по ломаной линии;
- полумесяцем, обращенным концами к наплавленному шву;
- полумесяцем, обращенным концами к направлению сварки;
- треугольниками;
- петлеобразные с задержкой в определенных местах.

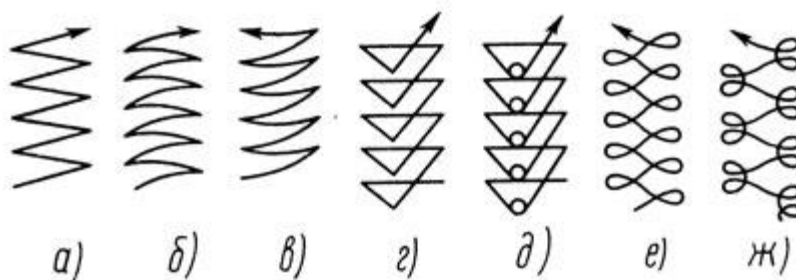


Рис. 2. Основные виды поперечных движений конца электрода: а, б, в, г - при обычных швах, д, е, ж - при швах с усиленным прогревом кромок

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

Движения полумесяцем, обращенным концами к наплавленному шву, применяют для стыковых швов со скосом кромок и для угловых швов с катетом менее 6 мм, выполняемых в любом положении электродами диаметрами до 4 мм.

Движения треугольником неизбежны при выполнении угловых швов с катетами шва более 6 мм и стыковых со скосом кромок в любом пространственном положении. В этом случае достигается хороший провар корня и удовлетворительное формирование шва.

Петлеобразные движения применяют в случаях, требующих большого прогрева металла по краям шва, главным образом при сварке листов из высоколегированных сталей. Эти стали обладают высокой текучестью и для удовлетворительного формирования шва приходится задерживать электрод на краях, с тем чтобы предотвратить прожог в центре шва и вытекание металла из сварочной ванны при вертикальной сварке. Петлеобразные движения можно с успехом заменить движениями полумесяцем с задержкой дуги по краям шва.

10. Особенности и технология сварки алюминия и его сплавов ручной дуговой сваркой.

Алюминий - один из наиболее распространенных элементов в природе. Алюминий имеет малый удельный вес — $2,7 \text{ г/см}^3$, высокую электро- и теплопроводность, на его поверхности есть окисная плёнка, имеющая высокую температуру плавления 2050°C , температура же плавления самого алюминия — около 660°C .

Сплавы алюминия с марганцем, кремнием, магнием и медью обладают большей прочностью, чем сам алюминий.

Тугоплавкая плёнка на каплях расплавленного металла, препятствует сплавлению металла, поэтому при сварке необходима защита от воздуха.

Основные трудности при сварке алюминия следующие:

- тугоплавкая пленка окиси алюминия;
- возможность образования пор;
- образование кристаллизационных трещин в металле шва;
- низкая температура плавления;
- высокая теплопроводность;
- значительные остаточные напряжения и деформации.

Причиной образования пор в сварном шве является водород, который стремится выйти в атмосферу, а кристаллизационные трещины возникают из-за повышенного содержания кремния.

Металл обладает большой усадкой, что является причиной деформаций при остывании заготовок.

Значительная теплопроводность алюминия требует применения сварочного тока, превосходящего в несколько раз ток при сварке сталей

Сварочный процесс начинается с предварительной подготовки рабочих кромок. Главная цель – очистка поверхности, которая проводится в несколько этапов:

- заготовки нужно тщательно зачистить с помощью химических составов;
- после высыхания поверхность необходимо обезжирить любым растворителем: ацетон, авиационный бензин, уайт-спирит или другой жидкостью;
- если свариванию подлежат изделия толщиной свыше 4 мм., то кромки следует разделить;
- завершающей процедурой является очищение кромок от оксидного слоя; для этого применяются следующие инструменты: напильник, наждачная бумага, щетка с ворсинками из стали.

Ручная дуговая сварка алюминия покрытыми электродами (технология MMA). Данный способ применяется для ответственных конструкций из чистого алюминия и его сплавов: AlSi, AlMg и AlMn; толщина изделий не превышает 4 мм.

Этот метод обладает несколькими недостатками:

- пористость и низкая прочность шва подразумевает невысокое качество соединения;
- большое количество брызг расплавленного металла;
- плохая отделяемость шлаковой корки, которая может вызвать коррозию.

Сваривание выполняется постоянным током обратной полярности без поперечных колебаний. Силу тока следует рассчитывать следующим образом: 25-30 А на 1 мм.электрода.

Для сварки алюминия предназначены несколько марок электродов: ОЗА, ОЗАНА и УАНА. Полный перечень представлен в разделе “Электроды по алюминию”.

Для получения более качественного соединения рекомендуется подогреть детали перед сваркой: изделия средней толщины до температуры 250-300°C, для массивных конструкций – до 400°C.

11.Способы наложения швов различной протяженности.

Способ наложения шва зависит от длины последнего и толщины свариваем заготовок. В зависимости от длины швы условно подразделяют на короткие (до 300 мм), средние (300-1000 мм) и длинные (свыше 1000 мм).

Короткие соединения сваривают от начала к концу выполняемого шва в одном направлении (рис. 1, а). Соединения средней длины сваривают участками (рис. 1,б, в).

Длину участка выбирают такой, чтобы его можно было сварить целым числом электродов (двумя, тремя и т. д.). Сварку участков начинают в центре будущего шва и ведут от середины к концам или обратноступенчатым способом от одного края к другому.

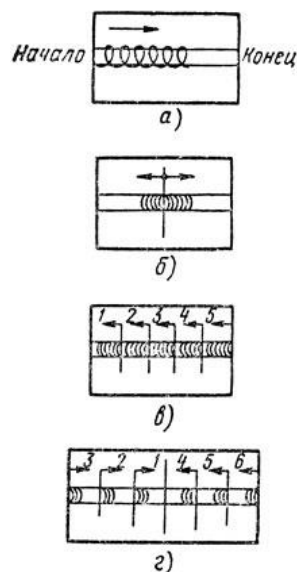


Рис. 1. Схема сварки швов различной длины протяженности: а - сварка на проход для выполнения коротких соединений; б - сварка соединений средней длины от середины к концам шва; в - сварка обратноступенчатым способом для выполнения соединений средней длины (1 - 5 - последовательность наложения швов); г - сварка обратноступенчатым способом от середины к концам шва для выполнения длинных соединений

Вопрос 12. Особенности и технология сварки никеля.

Никеля является тяжелым металлом с высокой прочностью и пластичностью, а также жаропрочностью. Температура плавления - 1453°C.

Сварку никеля затрудняет присутствие окиси никеля, температура плавления которой выше 1650°C, чем у самого металла, склонность металла шва образовывать поры и кристаллизационные трещины.

Причинами образования пор в металле шва при сварке никеля являются высокая растворимость газов (особенно водорода и кислорода) при высоких температурах, а также их выделение в процессе кристаллизации.

Кристаллизационные трещины вызываются, главным образом, примесями серы, которые входят в основной металл.

Ручная дуговая сварка металлическим электродом.

Дуговую сварку металлическим электродом выполняют короткой дугой (2-4 мм) на постоянном токе обратной полярности. Для сварки используют электроды типа НЗ7К.

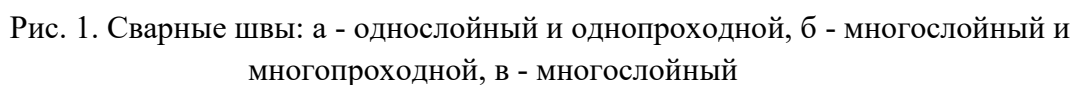
Во время сварки концом электрода совершают небольшие возвратно-поступательные движения. При смене электрода или случайных обрывах дуги ее возбуждают, отступая на 5-6 мм от кратера назад (зачистив перед этим шов от шлака). Если сварку ведут слоями, то каждый последующий шов сваривают только после остывания предыдущего. Кроме того, предыдущий слой должен быть тщательно очищен от шлака и брызг металла.

Для сварки медно-никелевых сплавов постоянным током обратной полярности применяют электроды МЗОК.

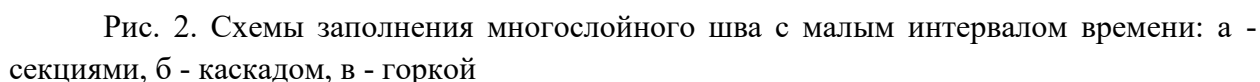
13. Способы заполнения шва по сечению и длине. Окончание шва.

Способы заполнения шва по длине и сечению. Швы по длине выполняют напроход

По способу заполнения швов по сечению различают однослойные швы (рис. 1,а), многопроходные многослойные (рис. 1,б) и многослойные (рис. 1,в).



Для более равномерного нагрева металла шва по всей его длине швы выполняются способами двойного слоя, секциями, каскадом и горкой, причем в основу всех этих способов положен принцип обратноступенчатой сварки (рис. 2).



Сущность способа двойного слоя заключается в том, что наложение второго слоя производится по неостывшему первому после удаления сварочного шлака. Сварка на длине 200 - 400 мм ведется в противоположных направлениях. Этим предотвращается появление горячих трещин в шве при сварке металла толщиной 15 - 20 мм, обладающего значительной жесткостью.

При толщине стальных листов 20 - 25 мм и более для предотвращения трещины применяют сварку каскадом или горкой. Заполнение многослойного шва для сварки секциями и каскадом производится, как видно из рис. 49, по всей свариваемой толщине на определенной длине ступени. Длина ступени подбирается такой, чтобы металл в корне шва имел температуру не менее 200°C в процессе выполнения шва по всей толщине. В этом случае металл обладает высокой пластичностью и трещин не образуется. Длина ступени при каскадной сварке равна 200 - 400 мм, а при сварке секциями - больше. Сварка горкой производится проходами по всей толщине металла. Способ сварки выбирается в зависимости от химического состава и толщины металла, числа слоев и жесткости свариваемого изделия.

Многослойная сварка имеет перед однослойной следующие преимущества:

1. Уменьшается объем сварочной ванны, в результате чего скорость остывания металла возрастает и размер зерен уменьшается.
2. Химический состав металла шва близок к химическому составу наплавленного металла, так как малая сила сварочного тока при многослойной сварке способствует расплавлению незначительного количества основного металла.
3. Каждый последующий слой шва термически обрабатывает металл предыдущего слоя и околошовный металл имеет мелкозернистую структуру с повышенной пластичностью и вязкостью.

Каждый слой шва должен иметь толщину 3 - 5 мм (при сварке низкоуглеродистой стали) в зависимости от силы сварочного тока.

При сварочном токе 100 А дуга расплавляет металл верхнего слоя на глубину около 1,5 мм, а металл нижнего слоя (глубина более 1,5 мм) нагревается от 1500 до 1100°C и при быстром охлаждении образует мелкозернистую литую структуру.

При сварочном токе 200 А толщина слоя может быть увеличена до 5 мм, а термическая обработка нижнего слоя произойдет на глубине около 2,5 мм.

Термическая обработка металла корневого шва с получением мелкозернистой структуры осуществляется нанесением подварочного валика, который выполняется электродом диаметром 3 мм при сварочном токе 100 А. Перед нанесением подварочного валика корень шва очищают термической резкой или резцом. Подварочный валик накладывается по длине напроход.

Термическая обработка металла верхнего слоя выполняется нанесением отжигающего (декоративного) слоя. Толщина отжигающего слоя должна быть минимальной (1 - 2 мм), обеспечивающей высокую скорость остывания и мелкозернистую структуру верхнего слоя. Отжигающий слой выполняется электродами диаметрами 5 - 6 мм при токе 200 - 300 А в зависимости от толщины листа.

Окончание шва. В конце шва нельзя сразу обрывать дугу и оставлять на поверхности металла кратер. Кратер может вызвать появление трещины в шве вследствие содержания в нем примесей, прежде всего серы и фосфора. При сварке низкоуглеродистой стали кратер заполняют электродным металлом или выводят его в сторону на основной металл. При сварке стали, "склонной к образованию закалочных микроструктур, вывод кратера в сторону недопустим ввиду возможности образования трещины. Не рекомендуется заваривать кратер за несколько обрывов и зажигания дуги ввиду образования окисных загрязнений металла. Лучшим способом окончания шва будет

заполнение кратера металлом за счет прекращения поступательного движения электрода вниз и медленного удлинения дуги до ее обрыва.

14. Разделительная дуговая резка металлов электродами.

Дуговой резкой называют процесс выплавления металла, нагреваемого дугой и вытекающего из полости реза. Для обеспечения и ускорения дуговой резки процесс ведут при вертикальном или наклонном положении разрезаемого изделия, так как при этом вытекание расплавленного металла облегчается.

Дуговая резка по сравнению с газовой имеет ряд недостатков: широкий рез, неровность его краев, натеки на нижнем крае реза, поэтому ее применение сравнительно ограничено. Дуговую резку применяют в тех случаях, когда металл не поддается газовой резке, когда отсутствует оборудование для резки газом или в случае таких работ, как разделка лома, отрезка литников и т.п. Для увеличения производительности применяют выдувание расплавленного металла сжатым воздухом.

Основные процессы дуговой резки металла основаны на расплавлении металла в месте реза и удалении его за счет давления дуги и собственного веса, а в некоторых случаях и дополнительного потока воздуха. Резку металла, как правило, выполняют вручную угольными или покрытыми металлическими электродами и используют для чугуна, высоколегированных сталей, цветных металлов и сплавов. Качество реза обычно низкое, с неровными кромками, покрытыми шлаком и оплавившимся металлом. Перед последующей сваркой требуется обязательная механическая обработка. Производительность резки невысокая.

Данный способ резки заключается в том, что сила тока устанавливается на 30-40% больше, чем при сварке; в результате чего металл проплавляется мощной электродугой. Электрическая дуга зажигается у начала реза на верхней кромке и в процессе резки дугу перемещают вниз вдоль разрезаемой кромки, как показано на рис.1

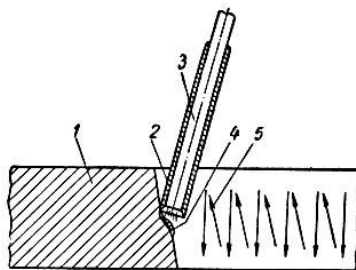


Рис.1 Дуговая резка последовательным выплавлением: 1 - разрезаемая деталь; 2 - покрытие электрода; 3 - электродный стержень; 4 - капля расплавленного металла; 5 - траектория движения конца электрода

Образующиеся капли расплавленного металла выталкивают козырьком покрытия электрода. Козырек электрода при этом служит еще изолятором от замыкания на металл.

Дуговая резка металла не требует специального оборудования и может быть осуществлена там, где выполняется дуговая сварка. Дуговая резка металла возможна в различных пространственных положениях. Подобная универсальность способствует применению (особенно в монтажных условиях) дуговой резки металла для углеродистых и низколегированных сталей. Резку металла можно выполнять как разделительную, так и поверхностную для выплавления канавок в основном металле, удаления дефектов в сварных швах и литейных отливках и т.д.

15. Выбор режима сварки.

Под режимом сварки понимают совокупность показателей, определяющих характер протекания процесса сварки. Эти показатели влияют на количество тепла, вводимого в изделие при сварке: к основным показателям режима сварки относятся: диаметр электрода или сварочной проволоки, сила сварочного тока, напряжение на дуге и скорость сварки. Дополнительные показатели режима сварки: род и полярность тока, тип и марка покрытия электрода, угол наклона электрода, температура предварительного нагрева металла.

Выбор режима ручной дуговой сварки часто сводится к определению диаметра электрода и силы сварочного тока. Скорость сварки и напряжение на дуге устанавливаются самим сварщиком в зависимости от вида сварного соединения, марки стали, марки электрода, положения шва в пространстве и т. д.

Диаметр электрода выбирается в зависимости от толщины свариваемого металла, вида сварного соединения, типа шва и других факторов.

При сварке встык листов толщиной до 4 мм в нижнем положении диаметр электрода берется равным толщине свариваемой стали. При сварке стали большей толщины применяют электроды диаметром 4 - 6 мм при условии обеспечения полной возможности провара металла соединяемых деталей и правильного формирования шва. Применение электродов диаметром более 6 мм ограничивается вследствие большой массы электрода и электрододержателя. Кроме того, прочность сварных соединений, выполненных электродами больших диаметров, снижается за счет возможного непровара в корне шва и большой столбчатой макроструктуры металла шва.

В многослойных стыковых и угловых швах первый слой или проход выполняется электродом диаметром 2 - 4 мм; последующие слои и проходы выполняются электродом большего диаметра в зависимости от толщины металла и формы скоса кромок.

В многослойных швах сварка первого слоя электродом малого диаметра рекомендуется для лучшего провара корня соединения. Это относится как к стыковым, так и угловым швам.

Сварка в вертикальном положении выполняется обычно электродами диаметром не более 4 мм, реже - 5 мм; электроды диаметром 6 мм могут применяться только сварщиками высокой квалификации.

Потолочные швы, как правило, выполняются электродами не более 4 мм.

Силу сварочного тока выбирают в зависимости от диаметра электрода. Для выбора силы тока можно пользоваться простой зависимостью:

$$I = Kd,$$

где $K = 35-60$ А/мм;

d - диаметр электрода, мм.

Относительно малый сварочный ток ведет к неустойчивому горению дуги, непровару и малой производительности. Чрезмерно большой ток ведет к сильному нагреву электрода при сварке, увеличению скорости плавления электрода и непровару, повышенному разбрызгиванию электродного материала и ухудшению формирования шва. На величину коэффициента K влияет состав электродного покрытия: для газообразующих покрытий K берется меньше, чем для шлакообразующих покрытий; например, для

электродов с железным порошком в покрытии (АНО-1, ОЗС-3) сварочный ток на 30 - 40% больше, чем для электродов с обычными покрытиями.

При сварке вертикальных и горизонтальных швов ток должен быть уменьшен против принятого для сварки в нижнем положении примерно на 5 - 10%, а для потолочных - на 10 - 15%, с тем чтобы жидкий металл не вытекал из сварочной ванны.

16. Поверхностная дуговая резка металлов электродами.

Дуговой резкой называют процесс выплавления металла, нагреваемого дугой и вытекающего из полости реза. Для обеспечения и ускорения дуговой резки процесс ведут при вертикальном или наклонном положении разрезаемого изделия, так как при этом вытекание расплавляемого металла облегчается.

. Электрический дуговой разряд часто используют для поверхностной резки - удаления прихваток, разделки трещин и дефектов литья и т. д. При этом обрабатываемую деталь устанавливают так, чтобы выплавляемый металл под действием собственного веса мог беспрепятственно стекать: из выплавляемого участка. Это может быть достигнуто при вертикальном или наклонном расположении поверхности, на которой должны получить канавку заданной формы и размеров.

Дугу возбуждают в верхней части реза, после чего перемещают электрод вниз, удерживая его под углом 10 - 60° к обрабатываемой поверхности. Скорость перемещения электрода должна быть такой, чтобы капли выплавляемого металла все время находились под действием дуги.

Дугу следует поддерживать длиной 3 - 6 мм. Во время выплавки целесообразно придавать электроду равномерные колебательные движения сверху вниз и обратно, как бы сгоняя выплавляемый металл вниз.

Используя поверхностную резку для металла небольшой толщины, нужно следить за тем, чтобы не допускать его сквозного проплавления.

Если обрабатываемой поверхности придать вертикальное или наклонное положение затруднительно, то можно производить поверхностную резку при горизонтальном положении детали, используя стальные обмазанные электроды.

Такой электрод должен во время горения дуги создавать достаточно прочный "козырек" из обмазки. При этом электрод используют не только для поддержания дуги и управления ею, но и для удаления расплавленного металла. С этой целью, нажимая концом электрода на поверхность расплавленной ванны, действуют им как своеобразным "скребком". При этом электрод удерживают под углом 15 - 20° к поверхности листа. В результате выплавляемый металл выталкивается вперед и по бокам образующейся канавки. Чтобы избежать повторного затекания выплавленного металла в канавку, образующуюся за электродом, прорезание канавок небольшой протяженности (до 150 мм) следует производить за несколько проходов, быстро перемещая электрод. Это необходимо для того, чтобы обрабатываемая деталь не успевала сильно нагреться и не происходило приваривания выплавляемого металла к кромкам. За каждый проход выплавляют металл лишь на очень ограниченную глубину (1,5 - 2 мм).

Канавки значительной длины выплавляют при возвратно-поступательном движении электрода (рис.1). При поверхностной резке необходимо следить за тем, чтобы поверхность образующейся сзади электрода канавки всегда была темной, что свидетельствует о полном удалении расплавленного металла и хорошем качестве

получаемой поверхности. Эта же техника выплавления может быть применена при прорезке узких канавок на вертикальных и наклонных поверхностях, благодаря чему процесс выплавления несколько ускоряется.

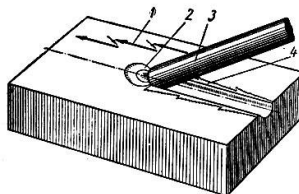


Рис.1 Дуговая выплавка горизонтальных канавок: 1 - характер движения конца электрода; 2 - волна выплавляемого металла; 3 - электрод; 4 - застывший выплавленный металл

Наибольшая интенсивность выплавления соответствует электроду, наклоненному под углом $10 - 15^\circ$. При меньшем угле наклона электрода значительная часть энергии дуги вместе с нагретыми ионизированными газами рассеивается в окружающую среду. При большем угле удаление расплавленного металла из образующейся ванны затрудняется; металл дольше задерживается в ванне, и в результате возникающего при этом перегрева (увеличивается T_k) интенсивность выплавления снижается.

Диаметр электрода при поверхностной резке выбирают соответственно заданной ширине канавки

Канавки большой ширины выплавляют на вертикальных поверхностях, сообщая электроду поперечные колебания. Глубину канавки регулируют скоростью перемещения электрода. Канавки значительной глубины выплавляют за несколько проходов.

Качество поверхности при поверхностной резке удовлетворительное; поверхность получается ровной, покрытой тонкой пленкой окисленного металла.

17. Влияние режима сварки на форму и размеры шва.

Сварной шов характеризуется шириной шва b , глубиной провара $h_{\text{п}}$, высотой выпуклости (усиления) $h_{\text{в}}$, а также коэффициентом формы провара.

$$\psi = b/h_{\text{п}}$$

и коэффициентом выпуклости шва $b/h_{\text{п}}$

Числовыми коэффициентами формы и выпуклости шва задаются при проектировании сварных изделий. Например, коэффициент формы провара при ручной дуговой сварке может быть принят от 1 до 20.

Уменьшение диаметра электрода при постоянном сварочном токе повышает плотность тока в электроде и глубину провара, что объясняется увеличенным давлением дуги. С уменьшением диаметра электрода ширина шва уменьшается за счет уменьшения катодного и анодного пятен. С изменением силы тока меняется глубина провара. Под влиянием давления дуги, которое увеличивается с возрастанием тока, расплавленный металл вытесняется из-под основания дуги (рис. 1), что может привести к сквозному проплавлению.

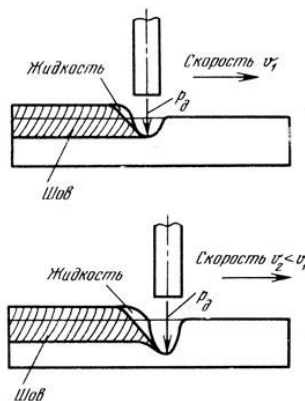


Рис. 1. Схема сил взаимодействия между дугой и жидкостью в хвосте сварочной ванны: P_d - давление дуги

Направление давления дуги можно изменять наклоном электрода или изделия и тем самым достигать различной глубины провара при одном и том же токе.

Повышение напряжения дуги за счет увеличения ее длины приводит к снижению сварочного тока, а следовательно, и к снижению глубины провара. Ширина шва при этом повышается независимо от полярности сварки.

С увеличением скорости ручной сварки глубина провара и ширина шва понижаются.

18. Сущность, виды и применение наплавки

Наплавкой называется процесс нанесения слоя расплавленного металла (называемого присадочным) на поверхность основного металла, который расплавляется на небольшую глубину. Наплавкой на изделия может быть образован поверхностный слой (или слои) с особыми свойствами (износостойкость, антифрикционность, жаростойкость кислотостойкость т.д.).

Наплавка широко применяется в ремонтном деле для восстановления изношенных деталей: используется она при изготовлении новых деталей.

По своей сути наплавка — это один из видов сварочных технологий, т. к. она основана на тех же физических и технологических принципах, что и традиционные виды сварки. Для восстановления и защиты поверхностей деталей с помощью слоя расплавленного металла используют различные способы наплавки, отличающиеся друг от друга методами плавления и составами сварочной среды: электродуговые, газопламенные, плазменные, лазерные, индукционные и пр. С помощью этой технологии можно наплавлять на рабочие плоскости стальных конструкций металлы различного химического состава, в том числе медь, бронзу, чугун, а также никелевые, кобальтовые и хромовые сплавы.

В отличие от сварки в процессе наплавки участвует сравнительно небольшое количество основного металла, так как глубина проплавления также небольшая. Вследствие этого внутренние напряжения и деформации деталей, склонность к образованию трещин незначительны.

Одна из важнейших задач при наплавке - получение однородного химического состава наплавленного металла, а следовательно, одинаковых его свойств на всей поверхности наплавленного изделия.

19. Техника выполнения стыковых сварных соединений в нижнем положении

Сварку стыковых соединений выполняют с одной или двух сторон. Для борьбы с прожогами применяют остающиеся или съемные подкладки. Остающиеся подкладки изготавливают из стальных полос толщиной 2 - 4 мм при ширине 30-40 мм. Съемные подкладки изготавливают из материала, который во время сварки не плавится, т. е. обладает хорошей теплопроводностью и теплоемкостью. Этим требованиям отвечает медь, а также графит и керамика. Съемные подкладки в процессе сварки иногда охлаждают проточной водой. Сварка на подкладках имеет следующие преимущества:

- сварщик работает более уверенно, не боится прожогов и натеков и может увеличить сварочный ток на 20 - 30%;
- исключается необходимость подварки корня шва обратной стороны.

При сварке стыковых соединений (рис. 1) без разделки и с разделкой кромок в зависимости от толщины свариваемых листов (от 3 до 26 мм), диаметра электрода сварку выполняют в два и более слоев. Выполнение шва начинают с наложения первого слоя, состоящего из одного валика. Дугу возбуждают на скосе кромки, а затем, переместив дугу на середину соединения, проваривают края скоса кромок (корень шва). На скосах кромок движение электрода замедляют, чтобы улучшить их провар, а при переходе конца электрода с одной кромки на другую скорость его движения увеличивают для того, чтобы избежать прожога притупленных кромок.

При сварке первого слоя применяют электроды диаметром 2, 3 или 4 мм. Электроды большого диаметра не обеспечивают надежный провар корня шва. Перед наложением следующего слоя поверхность предыдущего зачищают от шлака и брызг.

Образование шва заканчивают наплавкой усиления высотой 2-3 мм. После заполнения всего сечения шва со стороны разделки кромок с приданием ему требуемого усиления изделие поворачивают, а затем пневматическим зубилом или воздушно-дуговой строжкой вырубляют или выплавляют в корне шва канавку шириной 8-10 мм и глубиной 3 - 4 мм, которую заваривают за один проход швом, придавая ему небольшое усиление.

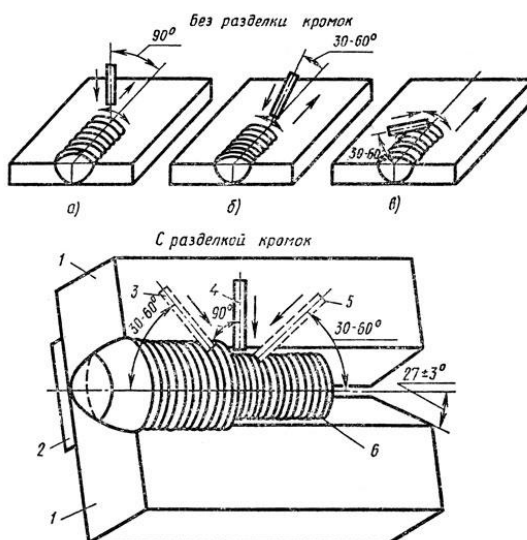


Рис. 1. Техника сварки стыкового соединения: а - вертикально расположенным электродом, б - углом назад, в - углом вперед; 1 - свариваемые пластины, 2 - подкладка, 3 - положение электрода углом вперед, 4 - вертикально расположенным электродом, 5 - положение электрода углом назад, б - корневой шов

20. Материалы, применяемые для наплавки

При наплавке используются различные материалы: проволока наплавочная и порошковая, электроды, флюсы и т.д.

Покрытые электроды. Для наплавки различных деталей применяют электроды, предназначенные для сварки различных сталей и сплавов, и специальные электроды. ГОСТ 10051 - 75 предусматривает 44 типа электродов, обеспечивающих твердость наплавленного слоя от 28 до 66 HRC.

Условное обозначение электродов должно соответствовать ГОСТ 9466 - 75. Например, электроды типа Э-11ГЗ по ГОСТ 10051 - 75, марки ОЗН - 300У, диаметром 4,0 мм, для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами Н, с толстым покрытием Д, 1-й группы, с установленной по ГОСТ 10051 - 75 группой индексов, указывающих характеристики наплавленного металла, 300/32 - 4, с основным покрытием Б, для наплавки в нижнем положении 4 на постоянном токе обратной полярности (0).

Э -11ГЗ-ОЗН=300У-4,0-НД1

Е-300/32-1-Б40

Порошковая проволока и лента. Порошковая проволока, представляющая собой оболочку из мягкой ленты, заполненную легирующими компонентами, заменяет дорогостоящую легированную проволоку.

Порошковой проволокой можно наплавлять изделия под флюсом, в защитных газах и открытой дугой. В настоящее время разработано большое количество марок порошковой проволоки, например ПП-АН120, ПП-АН121, ПП-АН122 - для наплавки под флюсом деталей машин из углеродистых сталей, ПП-АН105 - для наплавки высокомарганцовистых сталей, ПП-АН170 - для наплавки высокохромистых сталей. Промышленностью выпускаются порошковые ленты ПЛ-АН101, ПЛ-АН 102 - универсальные, предназначенные для наплавки как под флюсом, так и открытой дугой.

При дуговой наплавке порошковой проволокой применяют токи меньшей величины, чем для сварки. В этом случае глубина проплавления металла изделия снижается и наплавочный материал меньше перемешивается с основным, в результате чего твердость наплавленного металла возрастает.

Литые прутки для наплавки. Для наплавки в защитной среде аргона или газокислородным пламенем выпускаются литые прутки диаметром 6 - 8 мм и длиной до 400 мм. Литые прутки также идут на изготовление покрытых электродов для ручной дуговой наплавки, например, марки ГН-1 со стержнем из сплава сормайт (для ремонта и изготовления быстроизнашивающихся деталей горячих центробежных насосов, деталей засыпных аппаратов доменных печей, арматуры для нефтепродуктов); марки ЦН-2 со стержнем из стеллита. ВЗК (для наплавки арматуры котлов высоких параметров).

Вопрос 21. Сварка угловых, тавровых и нахлесточных соединений в нижнем положении.

Сварка угловых, тавровых и нахлесточных соединений бывает однослойной, многослойной (однослойную применяют для швов с катетом до 10 мм) и многослойной многопроходной. Угловые, тавровые и нахлесточные соединения можно сваривать и без колебаний электрода ниточным и уширенным валиком.

Колебания концом электрода производят, когда необходимо наложить шов с большим катетом. При выполнении сварных соединений возможно образование непровара в одной из сторон, а также непровар угла и подрез верхней и нижней кромок.

Лучше всего сварку угловых, тавровых и нахлесточных соединений вести в положении "в лодочку" (рис. 1, а).

Сварку в «лодочку» не всегда возможна. Тогда сварку выполняют наклонным электродом. Однако в этих случаях возрастает опасность непровара корня шва и кромки нижнего листа. Чтобы обеспечить достаточный прогрев кромок свариваемых частей, электрод держат с наклоном в $45-50^\circ$ и производят поперечные движения треугольником с задержками в корне шва или без задержек.

При сварке наклонным электродом (рис. 1, б) или с оплавлением верхней кромки (рис. 1, в) процесс сварки целесообразнее вести электродом, расположенным углом назад.

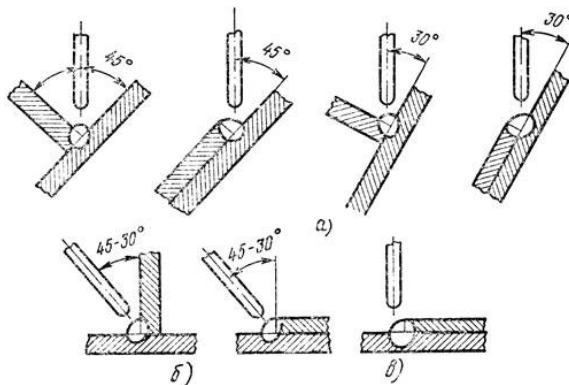


Рис. 1. Способы выполнения угловых, тавровых и нахлесточных швов: а - сварка в симметричную и несимметричную 'лодочку', б - наклонным электродом, в - сварка с оплавлением кромки

22. Техника ручной наплавки покрытым электродом.

Наплавка представляет собой нанесение дополнительного слоя металла на поверхность различных изделий и деталей посредством сварки. Данная процедура не только восстанавливает первоначальные свойства детали, но и придает ей дополнительные ценные характеристики. Является одним из самых простых и эффективных способов возвращать элементам работоспособность.

Наплавка электродами с покрытием является наиболее универсальным методом, может осуществляться во всех пространственных положениях. Применяется как в промышленной отрасли, так и в бытовой сфере.

Популярность данного способа обусловлена несколькими причинами: простота, удобство, гибкость, отсутствие необходимости в специальном оснащении.

Основные недостатки: низкая производительность, тяжелые условия для исполнителя, нестабильность качества полученного слоя, большое проплавление основного материала.

Наплавление требует от исполнителя наличия определенных навыков. Необходимо при минимальном токе оплавить оба компонента.

С помощью определения состава металла подбирается тип электрода, а толщина и форма заготовок влияет на диаметр сварочного стержня. Если толщина наплавленного материала составляет менее 1,5 мм, то диаметр прутка должен быть 3 мм. При толщине более 1,5 мм. – 4-6 мм.

Поверхность детали нужно очистить от различного рода загрязнений.

Необходимость предварительного подогрева и последующей термообработки также зависит от марки используемых электродов.

Наплавка изделий из стали осуществляется на постоянном токе обратной полярности.

Данный метод подразумевает применение различных схем наплавочных швов.

При работе с плоскими изделиями выделяют два основных вида:

- использование узких валиков (на картинке), каждый последующий валик должен перекрывать другой на 0,3-0,4 своей ширины;
- применение широких валиков, которые получаются при увеличенных поперечных движениях электрода.

Ещё одним видом является накладка узких валиков на некотором расстоянии друг от друга. Шлаковая корка удаляется после наложения нескольких валиков. Затем промежутки также заполняются валикам.

23. Особенности выполнения вертикальных, горизонтальных и потолочных швов.

Вертикальные швы выполняют двумя способами: снизу вверх и сверху вниз. При сварке снизу вверх (рис. 1) дугу возбуждают в нижней точке соединения и после образования ванночки расплавленного металла электрод отводят немного вверх и в сторону. Дуга при этом должна быть направлена на основной металл. Расплавленный металл при отводе электрода вверх затвердевает, образуя "полочку", на которую наплавляют и которая удерживает последующие капли металла при движении электрода вверх. Электрод рекомендуется наклонять вверх под углом 20 - 25° к горизонту.

При сварке сверху вниз (рис. 2) дугу возбуждают в верхней точке шва и придают электроду сначала перпендикулярное, а после образования кратера - наклонное положение. Метод сварки сверху вниз рекомендуется применять в основном лишь для соединения тонкого металла и для выполнения первых слоев при наличии разделки кромок.

Вертикальные швы выполнять значительно труднее, чем нижние, так как в первом случае расплавленный металл под действием силы тяжести стремится вытечь из сварочной ванны. Вертикальные швы следует выполнять током на 10 - 15% меньшим, чем при выполнении швов в нижнем положении, и короткой дугой. Используемые для наложения вертикальных швов электроды должны иметь "короткие" шлаки. При выполнении вертикальных швов, как и при выполнении швов в нижнем положении, получают узкие и широкие валики. Движение электрода при наплавке узких валиков в вертикальном положении приводится на рис. 3, а широких - на рис. 4.

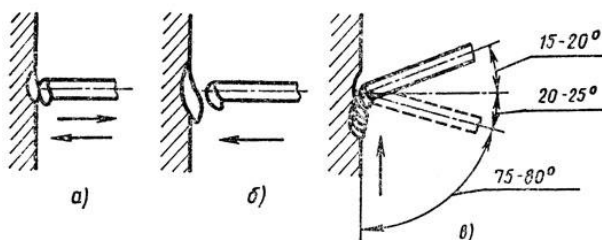


Рис. 1. Схема техники выполнения наплавки валиков и вертикальных швов на подъем: а - зажигание дуги, б - образование сварочной ванны, в - движение электрода вверх

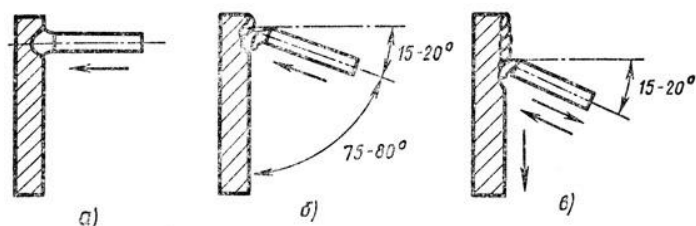


Рис. 2. Схема техники сварки (наплавки) на спуск: а - зажигание дуги, б - образование сварочной ванны, в - движение электрода вниз

При сварке стыковых горизонтальных соединений подготовка кромок необходима только для верхней кромки. Дугу возбуждают вначале на нижней горизонтальной кромке, а затем перемещают на скошенную кромку. Горизонтальные швы выполняют вертикально расположенным электродом, углом назад и углом вперед. Движение электрода можно осуществлять на себя и от себя. Последовательность наложения слоев 1, 2, 3, 4, 5, 6 приведена на рис. 5. Угол наклона электрода к вертикальной плоскости свариваемого изделия должен составлять $75 - 80^\circ$.

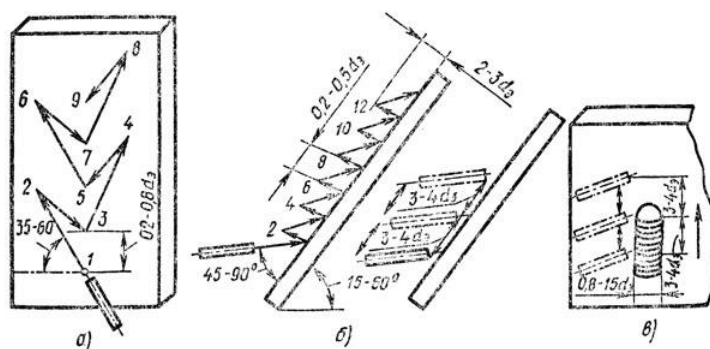


Рис. 3. Движения электрода при наплавке узких валиков при наклонном положении:

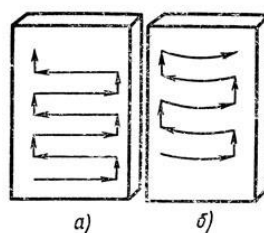


Рис. 4. Траектории движений электродом при сварке вертикальных швов на подъем: а - прямоугольная, б - криволинейная

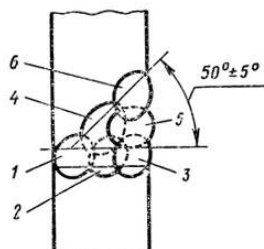


Рис. 5. Последовательность наложения слоев при выполнении горизонтального шва (1 - 6 очередность выполнения валиков)

Потолочные швы наиболее трудны для выполнения, так как расплавленный металл

всегда стремится вытечь к сварочной ванне вниз. Незастывший металл удерживается в сварочной ванне силами поверхностного натяжения и давлением дуги.

Объем сварочной ванны должен быть минимальным, поэтому сварка возможна только при короткой дуге. Ток должен быть на 15 - 20% меньше, чем при сварке в нижнем положении. Потолочную сварку выполняют сварщики-потолочники, прошедшие специальную подготовку.

24. Техника выполнения наплавки на тела вращения.

Для восстановления поверхности цилиндров применяются следующие методы наплавления:

Наплавка электродами с обмазкой осуществляется тремя способами: а) валиками вдоль образующей цилиндра (продольная наплавка); б) валиками по замкнутым окружностям (круговая наплавка) и в) по винтовой линии.

Второй способ подразумевает, что деталь должна поворачиваться вокруг своей оси в течение всего рабочего процесса. Последний вариант является особенно удобным в случае механизированной наплавки, при которой деталь в процессе наплавки равномерно вращается.

Наплавку тел вращения вручную штучными электродами открытой дугой выполняют отдельными валиками вдоль образующей или круговыми валиками. В первом случае ось детали располагают горизонтально, а во втором — вертикально.

Наплавка отдельными валиками требует прерывания процесса и вызывает значительную деформацию детали вследствие несимметричного нагрева. Для предупреждения коробления необходимо наплавлять валики на диаметрально противоположные стороны детали. При механизированных способах наплавки тела вращения лучше всего наплавлять по винтовой линии или кольцевыми валиками.

Изделия малого диаметра и значительной длины следует обрабатывать первым способом. На очищенную поверхность наплавляют валик. Затем деталь поворачивают на 180° и на противоположной стороне наплавляют второй валик. После изделие поворачивают на 90° и наплавляют третий валик, через 180° — четвертый. Далее наплавляется пятый валик, который перекрывает первый. Следует отметить, что перед наложением следующего валика, предыдущие необходимо очистить от шлака.

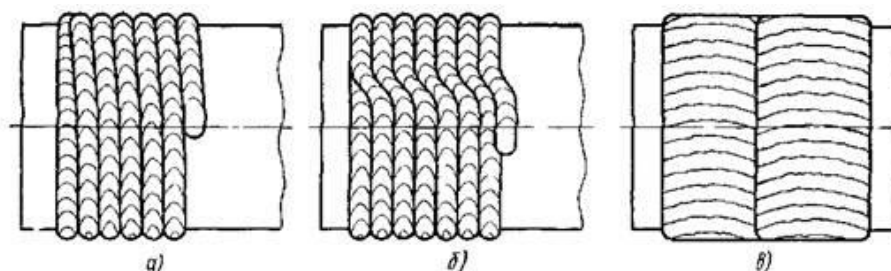


Рис. 13-17. Наплавка тел вращения:

а — по винтовой линии,
б — кольцевыми валиками с прерывистым смещением на шаг;
в — широким валиком

25. Сварка заготовок большой толщины

При повышенной толщине стали и большой протяженности швов резко возрастают остаточные сварочные напряжения, которые могут послужить причиной появления трещин в сварных швах. Поэтому при выполнении многослойных швов большой

протяженности для уменьшения сварочных напряжений необходимо соблюдать определенный порядок наложения швов.

Многослойными швами сваривают металл толщиной свыше 8 мм. Сварка такими швами (многослойная сварка) имеет следующие преимущества перед однослойной:

- шов имеет более мелкозернистую структуру вследствие меньшего объема сварочной ванны;
- повышаются пластичность и вязкость металла шва;
- остаточные сварочные напряжения имеют более низкие значения, так как теплота, выделяемая при наложении последующих слоев, способствует релаксации напряжений.

При сварке толстого металла разделку кромок следует заполнять с малым интервалом времени между наложением отдельных слоев, чтобы каждый последующий слой накладывался на горячий предыдущий. Чтобы обеспечивался достаточный прогрев и отжиг слоев, толщина каждого слоя не должна превышать 4—5 мм.

При наложении многослойного шва сначала проваривают его корень электродами диаметром 2...3 мм, затем сварку продолжают электродом большего диаметра.

Многослойные швы рекомендуется выполнять методом "горки" или каскадным методом. При сварке "горкой" (рис. 1,а) на участке длиной 200 - 300 мм накладывают первый слой. Затем после очистки первого слоя от шлака, окалины и брызг на него накладывают второй слой, по длине в два раза больше, чем первый. Наконец, отступив от начала второго слоя на 200 - 300 мм, выполняют третий слой. Таким образом, выполняют сварку (заполнение разделки) в обе стороны от центральной "горки" короткими швами.

Каскадный метод (рис. 1,б) является разновидностью сварки "горкой", применяют при сварке листов толщиной более 20-25 мм. Применяют также метод сварки блоками, сущность которого видна из рис. 1,в.

По сечению сварные швы могут быть выполнены за один проход - односторонняя сварка (рис. 2, а), за несколько слоев (каждый слой одним валиком, рис. 2,б), послойно валиками (многослойная многосторонняя сварка, рис. 2, в).

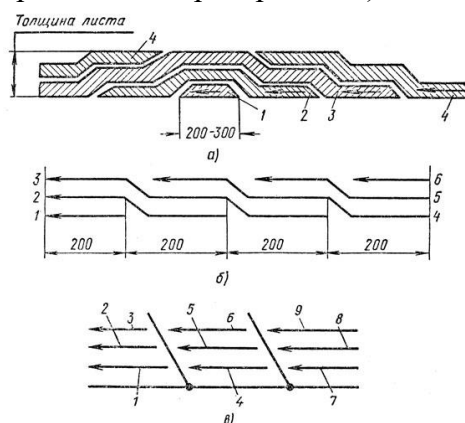


Рис. 1. Методы сварки металла большой толщины: а - схема выполнения длинных многослойных швов 'горкой' (1-4 - последовательность наложения швов); б - схема сварки каскадом для выполнения длинных многослойных швов каскадом (1-6 - последовательность сварки); в - схема сварки блоками (1 - 9 - последовательность наложения слоев).

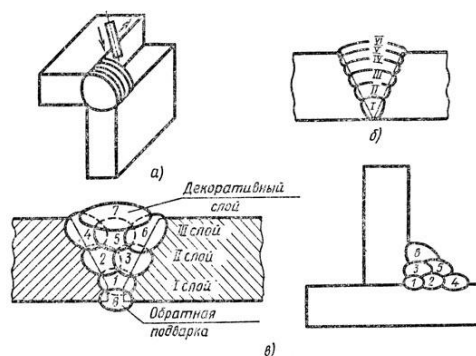


Рис. 2. Схема заполнения швов по сечению: а - однопроводная сварка, б - многослойная (I-VI слои); в - многослойная многопроходная

26. Восстановление деталей наплавкой

Достаточно большую долю в общем объеме работ по восстановлению деталей на ремонтных предприятиях составляют способы наплавки. Так, наплавка под слоем флюса составляет 32%, наплавка в среде углекислого газа – 20%, вибродуговая наплавка – 12%, наплавка порошковой проволокой без флюсовой или газовой защиты – 10% и плазменная наплавка – 1,5%.

Наплавка является разновидностью сварки и заключается в том, что на поверхность исходной заготовки наносят слой расплавленного металла. В большинстве случаев наплавку используют для восстановления первоначальных размеров и формы изношенных изделий. Однако в некоторых случаях она применяется в качестве упрочняющей обработки при изготовлении новых (биметаллических) деталей, позволяющей заменить в изделиях высоколегированные стали углеродистыми путем наплавки на них высоколегированного износостойкого слоя. Она позволяет получить на поверхности деталей слой необходимой толщины и нужного химического состава, обладающего высокой твердостью и износостойкостью.

Толщину наплавленного слоя назначают в зависимости от условий работы деталей и предельно допустимой величины износа рабочих поверхностей. Для деталей, работающих на истирание, толщина наплавленного слоя не должна превышать 4 мм, а в условиях ударных нагрузок – 2 мм.

Практически при всех способах наплавки необходимо стремиться к увеличению высоты наплавленного слоя за один проход и снижению глубины проплавления основного металла, так как большая глубина проплавления недопустима из-за высокой вероятности образования больших остаточных напряжений и деформаций.

Для снижения остаточных напряжений и деформаций, особенно в ответственных деталях, применяют различные технологические приемы. К ним относится отжиг при температуре 600...850°C с последующим охлаждением вместе с печью или отпуск при температуре 400°C с выдержкой при этой температуре в течение 3 часов и охлаждением на воздухе, применение предварительного подогрева детали перед наплавкой до температуры 200...350°C. Кроме того, наплавочные работы необходимо проводить исходя из условий бездеформационной обработки. Так, следует избегать наплавки излишнего металла, с тем чтобы получить минимальный припуск на механическую обработку, который позволит уменьшить уровень остаточных напряжений и деформаций.

Решающее значение для получения необходимых эксплуатационных свойств восстанавливаемых изделий имеют правильно выбранный наплавочный материал и способ наплавки. Так, для повышения износостойкости при механическом изнашивании необходимо максимальное повышение твердости рабочих поверхностей, для устранения теплового изнашивания – повышение жаростойкости, а для предупреждения повреждаемости в результате схватывания необходимо вести наплавку присадочным материалом, обладающим малой склонностью к схватыванию.

Следует отметить, что при поступательном перемещении электрода (без поперечных колебаний) ширина валика составляет примерно 1,5 диаметра электрода (рис. 1,а).

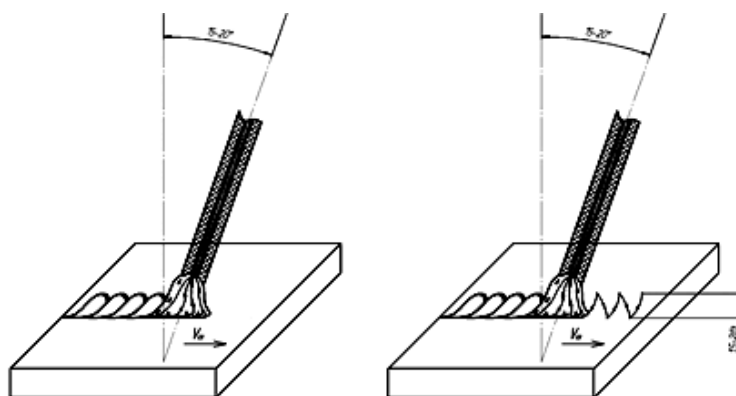


Рис. 1. Схема перемещения электрода при наплавке: а – без поперечных колебаний; б – с поперечными колебаниями

Для получения качественного слоя наплавленного металла большое внимание следует уделять скорости его охлаждения, так как при высокой скорости охлаждения в металле могут остаться не успевшие выделиться газы и шлаковые включения.

Снижению скорости охлаждения способствуют поперечные колебания электрода (рис. 1,б). Этот технологический прием, который называется широкослойной наплавкой, с успехом используется при восстановлении кулачков распределительного вала.

Во избежание попадания жидкого шлака на еще не расплавленный основной металл электрод во время наплавки располагают под углом 15...20° к вертикали.

Высокую износостойкость наплавленного металла можно получить путем правильного выбора химического состава электродной проволоки, легирующих компонентов, находящихся в покрытии электрода.

Ручная электродуговая наплавка покрытыми электродами применяется при восстановлении деталей достаточно редко. С её помощью можно исправлять такие дефекты, как износ шпоночных канавок, износ паза под рычаг выключения сцепления, пазов вилок переключения передач и др.

Типичным примером ручной электродуговой наплавки плоской поверхности является восстановление изношенных пазов вилки под фланец каретки синхронизатора, изготовленной из низкоуглеродистой стали.

Примечательно, что режимы ручной электродуговой наплавки примерно такие же, как при сварке.

27. Техника и технология сварки тонкого металла.

Ручной дуговой сваркой соединять металл, имеющий толщину листов менее 2 мм, весьма затруднительно. Поэтому для исключения непрерывных прожогов по длине свариваемых кромок применяют следующие приемы:

- 1) выбирают электроды минимального диаметра;
- 2) применяют минимальную силу сварочного тока;
- 3) для устойчивого горения сварочной дуги накладывают токи высокой частоты: в сварочную цепь включают осциллятор;
- 4) предусматривают такое соединение, которое гарантировало бы исключение прожогов в процессе сварки.

Для толщины листов 1-2 мм целесообразно применять диаметр электрода не более 1,6-2 мм. Электроды должны иметь более тонкую обмазку - покрытие.

Величина сварочного тока должна быть достаточной для плавления электрода, т. е. 50-70 А. С целью стабильного горения сварочной дуги целесообразно в сварочную цепь включать осциллятор, который дает возможность мгновенно зажигать сварочную дугу и способствует ее легкому поддержанию во время сварки. Соединение должно обеспечивать более стабильное наложение сварного валика без прожогов.

Не рекомендуется проводить подобную работу при отсутствии требующихся навыков. Наиболее распространенными проблемами можно назвать:

1. Формирование сильного наплыва. Сварочная ванная может расплываться и даже проваливаться. Поэтому подобному моменту уделяется много внимания.
2. Прожиг тонкого материала происходит при сильном точечном нагреве. Как правило, подобная проблема возникает в случае выбора высокого показателя силы тока.
3. Появление низкокачественного валика. Контролировать короткую дугу достаточно сложно, как и распространение расплавленного материала.

28. Классификация дефектов сварных соединений.

Дефектом сварного соединения называется любое несоответствие требованиям, определяющимся нормативной документацией.

Все дефекты подразделяются на три вида: наружные, внутренние и сквозные.

К наружным дефектам относятся занижение размеров и превышение усиления сварных швов, смещение шва от оси, подрезы (рис. 1), наплывы, усадочные раковины, незаплавленные кратеры, наружная пористость, трещины, выходящие на поверхность шва или околошовной зоны. К наружным дефектам относятся также неравномерность ширины и катета шва и крупная чешуйчатость валика.

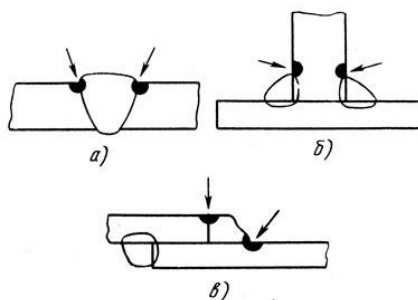


Рис. 1. Подрезы зоны сплавления: а - стыкового, б - углового, в - нахлесточного

К внутренним дефектам относятся газовые поры, шлаковые и неметаллические включения, непровары (рис. 2), трещины в металле шва и в зоне термического влияния.

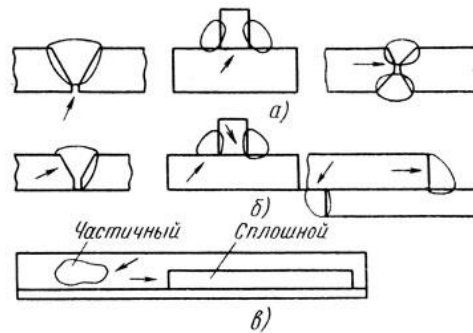


Рис. 2. Непровары: а - корня шва, б - зоны сплавления, в - частичный и сплошной
Сквозные дефекты представляют собой свищи, прожоги и сквозные трещины.

Причин дефектов сварных швов много, основные из них - низкое качество сварочных материалов, неправильная сборка, неисправность оборудования, отклонения от технологии и низкая квалификация сварщиков.

29. Способы высокопроизводительной ручной дуговой сварки.

Для повышения производительности ручной дуговой сварки разработано несколько способов.

Сварка с глубоким проплавлением (благодаря такому методу производительность труда возрастает примерно на 50–70 %), в основу которого положено уменьшение объема наплавленного металла на единицу длины сварного шва. Чтобы добиться этого, применяют электрод с увеличенной толщиной покрытия. Поскольку его стержень расплавляется быстрее, чем покрытие, то последнее образует своеобразный «чехольчик», опираясь на который сварщик перемещает электрод вдоль шва, причем совершать колебательные движения не требуется. При сварке электрод надо наклонять к линии шва под углом в 70–80° (рис. 1).

В процессе сварки расплавленный металл под давлением газов стремится в сторону, противоположную движению электрода, и формирует валик шва. Одновременно с этим основной металл открывается и оказывается под непосредственным воздействием сварочной дуги.

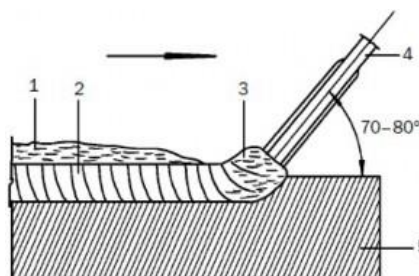


Рис. 1. Положение электрода при сварке с глубоким проплавлением (стрелкой указано направление сварки): 1 – шлак; 2 – металл шва; 3 – сварной шов; 4 – электрод; 5 – основной металл

Для образования узкого шва необходимо увеличить нажим на электрод в направлении сварки, а для получения широкого шва – ослабить его.

Глубина проплавления основного металла возрастает за счет короткой дуги и значительной концентрации теплоты. При этом «чехольчик» препятствует разбрызгиванию металла и снижает его потери на угар. Сварочный ток повышают на 40–60 %, что тоже способствует увеличению глубины проплавления (с каждыми 50 А

глубина провара увеличивается на 1 мм).

Сварка сдвоенным электродом (или пучком электродов). Повышает производительность сварочных работ применение одновременно двух или нескольких электродов. Сдвоенный электрод образуют два стержня длиной 450 мм, изготовленные из электродной проволоки. Их складывают вместе и наносят общий слой покрытия, вес которого должен составлять 25 % от веса стержней. Приемы сварки не отличаются от тех, что ведутся одиночным электродом (это касается и сварочного тока, который может быть как постоянным, так и переменным). Сварку ведут при помощи обычного электродержателя.

При сварке дуга горит попеременно между каждым из электродов и изделием. В результате нагрев электродов внутренним теплом меньше, чем при сварке одиночным электродом (при том же токе). Поэтому при сварке пучком электродов можно устанавливать большой ток, следовательно, производительность сварки будет выше на 50–80 %;

время полезного горения дуги увеличивается вдвое, поскольку можно сказать, что работа ведется электродом длиной 900 мм. Следовательно, время на смену

электрода сокращается в 2 раза;

снижаются потери металла (при сварке одиночным электродом они составляют 20–25 %, а при сдвоенном – 8–10 %);

условия труда улучшаются, потому что при стабильном горении сварочной дуги электрод не перегревается, а жидкий металл меньше разбрызгивается;

за один проход можно сварить металл толщиной до 12 мм.

Сварка трехфазной дугой. Способ заключается в следующем: в электродержатель, имеющий два токопровода, закрепляется специальный электрод с двумя стержнями в общем покрытии или два обычных электрода с качественным покрытием. К двум токопроводам держателя подводят две фазы сварочной цепи; третья фаза подводится к изделию (рис. 2). Во время сварки дуга горит как между электродами и изделием, так и между электродами.

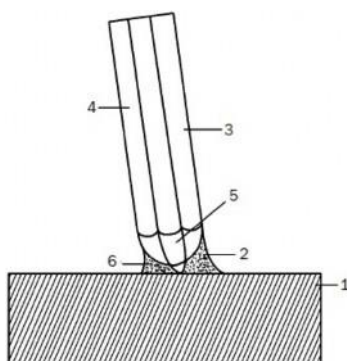


Рис. 2. Схема горения сварочных дуг при сварке трехфазной дугой: 1 – основной металл; 2, 6 – дуга между электродом и металлом; 3, 4 – электрод; 5 – дуга между электродами

При этом выделяется большое количество тепла и скорость расплавления металла увеличивается. Производительность сварки трехфазной дугой в 2–3 раза выше сварки однофазной дугой. Однако при этом электродержатель имеет значительный вес, что ведет к утомлению сварщика.

Сварка трехфазной дугой применяется в случаях, когда требуется наплавление значительного объема металла, при исправлении дефектов и др.

Сварка лежачим и наклонным электродом (рис.3).

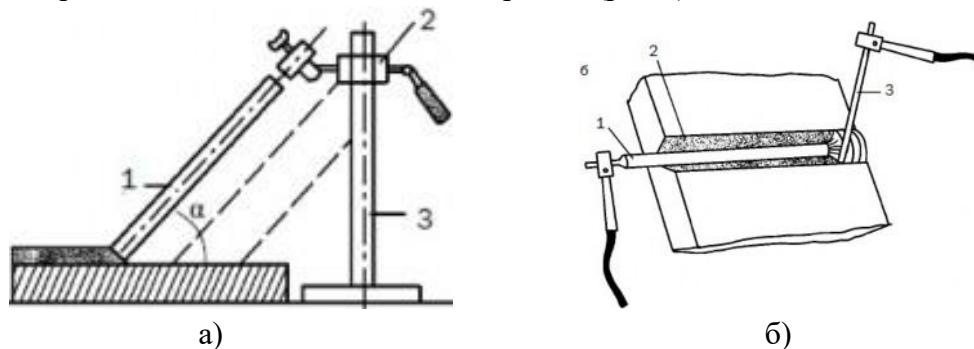


Рис. 3. Способы сварки: а - наклонным электродом: 1 - электрод; 2 - обойма; 3 - штанга;

б – лежачим электродом: 1, 3 – электроды; 2 – разделка шва

Электрод опирается на свариваемый металл краем своего покрытия. Второй конец электрода зажимается в специальной скользящей обойме. Во время сварки обойма свободно опускается по штанге; при этом угол наклона электрода остается постоянным. Дуга возбуждается при помощи вспомогательного электрода.

В разделку кромок свариваемых деталей укладываются один или несколько специальных электродов. Снизу для предотвращения вытекания металла при сварке размещают медную прокладку. Сверху электроды прижимаются колодкой (бронзовой или медной). Дуга возбуждается при помощи вспомогательного электрода, а затем продолжает гореть уже сама.

Для сварки лежачим и накладным электродами нужны специальные электроды.

30. Возможные дефекты дуговой сварки стальных изделий.

Причиной дефектов может быть кристаллизация металла, его химическая неоднородность, а также взаимодействие расплавленной массы с твердым материалом заготовок или с окружающими газами и шлаками. Ещё одной нуждающейся в учёте причиной появления дефектов (трещин, в частности) являются нежелательные напряжения в зоне сварки.

К основным причинам образования дефектов при электродуговой сварке можно отнести два основных фактора. Это химические реакции, приводящие к нарушению структуры швов, а также серьёзные отклонения от существующих технологий.

Сварочные дефекты, возникающие во втором случае, чаще всего проявляются в виде прожогов, непроваров и нарушений геометрических размеров шва или трещин, возникающих после остывания материала.

Возможные дефекты ручной дуговой сварки.

Некачественное зажигание дуги.

Некачественное зажигание - залипание электрода, чрезмерное увеличение длины дуги - приводит к непровару начала сварки, зашлаковке, порообразованию. При некачественном производстве электродов, а именно - излишнее оголение торца электродов в месте зажигания, дают пучок пор, так называемые «стартовые поры».

Чрезмерно «выпуклые» валики.

Чрезмерно «выпуклые» валики при сварке угловых и стыковых соединений приводят к сварке последующих за ними валиков к зашлаковке, непровару между кромкой разделки и выпуклым швом или между глубокими западаниями между валиками.

Такие валики, как правило, получаются в следующих случаях:

- малая скорость сварки без манипулирования - увеличить поступательное движение электрода;
- манипулирование «дугой назад» при сварке вертикальных и потолочных швов - перейти на метод «лестницей» или «дугой вперед»;
- угол наклона электрода (сварка «углом назад») для потолочных швов - перейти на сварку «углом вперед» или под прямым углом к направлению сварки;
- малый сварочный ток для нижнего положения - увеличить ток;
- чрезмерный сварочный ток для вертикальных и потолочных швов - уменьшить до минимума.

Во время сварки необходимо следить за полнотой и геометрией шва, жидкой ванной и управлять ею путем манипулирования скоростью и наклоном электрода. Очень важна задержка на кромках. Чем больше прогреваем кромку, тем лучше формируется на ней жидкий металл шва при уходе электрода к другой кромке, а не собирается в середине шва.

Подрезы ведут к зашлаковке и непровару. 1) при раннем уходе электрода от кромки (незаполнении кратера электродным металлом); 2) при очень короткой дуге («сварка опиранием»), когда «kozyрьком» обмазки подрезается кристаллизующийся металл шва; 3) при резком уходе от кромки. Жидкотекучий шлак заполняет подрез. В то время, когда проплавляем другую кромку, шлак застывает в подрезе и при возврате не всегда удастся выплавить его. Это и приводит к дефекту.

Чтобы избежать этого, необходима задержка на кромке до полного заполнения кратера электродным металлом. Переход к другой кромке осуществлять плавно, без резких колебаний.

Наплывы.

При чрезмерной задержке на кромке получается подтек жидкого металла, а также при большом сварочном токе, когда сварщик не справляется с жидким металлом шва.

Непровары.

В чертежах, техпроцессах или справочниках по сварке встречается установка зазора при сборке от 0 до 2-3 мм.

Сборка без зазора или с зазором меньше рекомендуемого, при сварке V-образной разделки (безподварки корня шва с обратной стороны) приведет к дефектам - непровару и зашлаковке корня шва; а при 2-сторонней сварке X-образной и V-образной (с подваркой с обратной стороны) - потребует дополнительных затрат и времени для более глубокой выборки обратной стороны корня шва, частичного скоса кромок и излишнего расхода электродов на заполнение глубокой выборки.

Свищи.

Свищи в кратере шва при окончании сварки возникают при чрезмерном сварочном токе, а также когда отрыв дуги производится удлинением дуги.

Усадочная раковина.

Усадочная раковина чаще всего появляется при сварке корневого валика, больших

толщин металла, большого зазора и особенно при сварке аустенитных сталей, а также чрезмерно большого тока и чрезмерной величины сварочной ванны.

При усадке в кратере валика иногда возникает трещина. Это резко снижает производительность труда ввиду необходимости механической зачистки после окончания каждого электрода. При сварке сталей перлитного класса с жестким креплением деталей чаще всего образуется раковина с трещиной, а при сварке аустенитных сталей причиной появления раковин с трещинами является низкая теплоотдача и высокое линейное расширение. Необходимо кратер выводить обратно на шов или на кромку разделки.

Рекомендуется сварку производить:

- обратно-ступенчатым способом;
- непрерывно (двумя сварщиками) с перехватом дуги;
- методом «дуга в дугу».

Поры.

Поры в сварном шве образуются по многим причинам:

- некачественная подготовка кромок (грязь, окалина, ржавчина) - зачистить;
- большое содержание влаги приводит к образованию пор, необходимо произвести предварительный подогрев свариваемых кромок и прокалку электродов;
- сквозняки в зоне сварки;
- некачественные электроды: ржавый металлический стержень, эксцентричное покрытие приводит к «козырьку» и увеличению длины дуги;
- сильное магнитное дутье, при котором происходит большое отклонение дуги, что увеличивает ее длину;
- несоответствие основного металла и присадочного материала по химсоставу. И другие причины, которые требуют подготовки в конкретном случае.

Причины, зависящие от квалификации сварщика, вызывающие поры:

- нечеткое зажигание дуги (залипание, подъем электрода после зажигания на очень высокую длину дуги) и попытка переплавить такое зажигание приводит к дефектам;
- сварка длинной дугой.

31. Классификация сталей по свариваемости.

Для того чтобы изготовить прочную сварную конструкцию с наименьшими затратами труда, применяя наиболее рациональную технологию сварки, следует возможно полнее изучить свариваемость стали.

На свариваемость влияют химический состав присадочного металла, режим сварки, температура окружающего воздуха, химический состав и толщина стали, условия закрепления элементов конструкции при сварке и другие конструктивные, технологические, а также эксплуатационные условия.

В этих случаях используют те же приемы сварки, что и при работе с плохо свариваемыми сталями.

По признакам стойкости против образования трещин при соответствующей технологии сварки все стали можно разделить на четыре группы:

I - стали, не закалившиеся при сварке и поэтому сваривающиеся без особых ограничений;

II - стали, склонные к образованию закалочных микроструктур, но при правильно выбранной технологии сваривающиеся без появления их (при сварке без подогрева);

III - стали, склонные к закалочным структурам при сварке и сваривающиеся с подогревом для избежания появления этих структур;

IV - стали, закаливающиеся при сварке и сваривающиеся с предварительным, сопутствующим подогревом и немедленной термообработкой после сварки.

32. Классификация видов контроля качества сварных швов и сварных изделий.

Для обеспечения высокого качества и надежности сварных соединений необходим сопутствующий контроль.

Контроль качества должен осуществляться на всех стадиях технологического процесса, таким образом можно выделить три разновидности контроля:

- предварительный контроль - проверяются сварочные материалы (электроды, флюсы и газы, сварочная проволока), сварочное оборудование, квалификация сварщика;
- пооперационный контроль - проверяется подготовка деталей под сварку, контролируются сварочные режимы и правильность наложения швов;
- контроль готовых сварных соединений - выполняется по окончании процесса сварки.

Все виды контроля качества сварки можно разделить на две основные группы:

- 1) неразрушающие виды контроля;
- 2) разрушающие виды контроля.

Неразрушающие виды контроля предназначены для выявления как наружных, так и внутренних дефектов. Обычно наружные дефекты выявляются внешним осмотром с использованием мерительного инструмента, а внутренние определяются физическими методами исследования - просвечиванием рентгеновским и гамма-излучением, ультразвуком, магнитным методом и др. Неразрушающий контроль заключается в том, что сварной образец или изделие подвергается действию соответствующих физических импульсов. Дефект обнаруживается по искаженному ответному импульсу от проверяемого шва.

Некоторые из физических видов контроля качества металла обладают хорошей, а другие слабой чувствительностью по отношению к дефектам сварки.

С целью выявления наружных дефектов наиболее часто применяют следующие виды контроля:

- испытание с помощью проникающих жидкостей;
- магнитные испытания;
- испытания ультразвуком (редко).

Для выявления внутренних дефектов применяют следующие неразрушающие виды контроля:

- радиационные виды контроля (рентгеновским и гамма-излучением);
- ультразвуковой вид контроля;
- контроль магнитным порошком или магнитной лентой;
- проницаемостью газом или жидкостью.

Разрушающие виды контроля предназначены для определения характера, места расположения и размеров дефектов и их влияния на работоспособность сварных соединений. Разрушающий контроль осуществляется сверлением, технологической пробой, механическими испытаниями на растяжение, изгиб, срез, удар, твердость; металлографическим исследованием макро- и микроструктуры сварных соединений,

иногда гидравлическим или пневматическим испытанием сварных изделий с разрушением их.

33. Сварка углеродистых конструкционных сталей.

Низкоуглеродистые стали (до 0,3% углерода) обладают самой хорошей свариваемостью. При выборе типа и марки электрода для сварки низкоуглеродистых сталей обращать внимание на следующие моменты:

- получение сварных швов без дефектов;
- обеспечение равной прочности сварного соединения и основного металла;
- обеспечение правильного химического состава металла шва;
- получение достаточной прочности сварных соединений при различных видах нагрузки (ударные, вибрационные и т.п.).

В зависимости от степени ответственности свариваемого изделия пользуются электродами типов Э38, Э42 и Э42А.

Электроды Э38 применяются для изготовления неответственных изделий, электроды Э42 - для ответственных и Э42А - для особо ответственных изделий. Для сварки изделий из толстых листов ($\delta \geq 15$ мм) и в неудобных для сварщика положениях (монтажная сварка в строительстве) следует использовать электроды с повышенной прочностью наплавленного металла типов Э46 и Э46А.

Это требование объясняется тем, что выполнение многослойных швов больших сечений в неудобных положениях трудно осуществить без внутренних пороков. Гарантия прочности соединений достигается применением электродов, дающих повышенную прочность металла шва.

Среднеуглеродистые стали (от 0,3 до 0,45% углерода) имеют по сравнению с низкоуглеродистыми повышенное содержание углерода, из-за чего могут образовываться кристаллические трещины и малопластичные закалочные структуры в околошовной зоне. Поэтому для повышения стойкости металла шва против образования трещин нужно понизить содержание углерода в металле. Для этого применяются электроды с пониженным содержанием углерода. Кроме, того, стараются уменьшить долю участия основного металла в металле шва.

Вероятность появления закалочных структур снижается путем предварительного и сопутствующего подогрева изделия.

Высокую стойкость металла шва против трещин и необходимые механические свойства сварочного соединения обеспечивают электроды УОНИИ43/45 и УОНИИ-13/55, АНО-7, АНО-8, АНҚ41, АНО-19 и др.

Высокоуглеродистую сталь (0,46 - 0,70 % углерода) для изготовления сварных конструкций, как правило, не применяют, но так как из неё изготавливаются литые детали, может возникнуть необходимость в сварке при ремонте и наплавки.

34. Способы исправление дефектов после сварки.

Дефекты в сварочном соединении приводят к ухудшению его рабочих и визуальных характеристик. Для обнаружения недочетов соединения существуют разные методики контроля над качеством проведенной работы.

Это может быть простой осмотр сварного соединения. Либо более сложные техники проверки: рентген, аппаратура с применением ультразвуковых волн.

Дефекты сварных швов делятся на два типа: наружный и внутренний.

Наружные дефекты находятся на поверхности соединения.

Они обнаруживаются без дополнительных приспособлений, простым осмотром. Внутренний тип недочетов сварки внешне не заметен.

Дефекты, которые находятся внутри соединения, для их обнаружения и исправления нужно дополнительное оборудование.

Крупные трещины просто завариваются поверх. Для того, чтобы предотвратить разрастание трещины, нужны отверстия у ее концов. Расстояние от конца трещины до отверстия – 0,5 мм. После этого трещина разделяется так, чтобы было похоже на буквы V или X. Для этого используется резак или пневматическое зубило. После разделки трещина зачищается и заваривается.

Когда шов был забракован внутренними трещинами, непроварами или прожогами, то зона недоработки вырубается (выплавляется), шов накладывается по новой. Наплавки удаляются абразивными материалами (наждачной бумагой, напильником).

Если во время корректировки произошла деформация детали, есть два пути решения: механический и термический.

В первом случае деформация убирается путем механического воздействия на деталь. Применяется прессовая правка, точечные удары молота или домкрат. Это сложная задача, требующая много труда. Нередко такой метод исправлений приводит к появлению других изъянов, таких как новые трещины или сколы.

Чтобы исправить деформирование термическим путем деталь нагревают до состояния пластичности, и позволяют ей снова остыть. Обратное напряжение, которое при этом возникает, нейтрализует деформацию.

Такой способ исправления используется чаще механического в силу простоты и защиты от дополнительных проблем.

Он должен соответствовать сложности сварки. Во время работы должна быть соблюдена технология сварочного процесса и РДС. Аппарат должен быть правильно настроен, иметь качественные, соответствующие подобранные детали.

Они должны соответствовать химическим и физическим свойствам обрабатываемого металла. Если подобрать правильные инструменты, ответственно подойти к процессу сварки, шов будет без изъянов и недочетов.

Испорченные детали стоит забраковать, отправив в утилизацию. Но при необходимости можно прибегнуть к исправлению.

Исправить допущенные во время работы ошибки можно, однако для этого потребуются время, знания и опыт.

Сварочные дефекты швов бывают разного вида и для их исправления проводятся разные действия. Метод исправления подбирается к конкретному случаю. Но если шов имеет много недостатков, деталь стоит просто утилизировать.

Дефекты сварных швов и методы их устранения

1. Отклонение по ширине и высоте швов, катету, перетяжки швов. Размеры швов не соответствуют требованиям ГОСТа.

Способы выявления и устранения: внешний осмотр швов и проверка размеров шаблонами. Устраняется срубанием излишков металла, зачисткой швов, подваркой узких мест шва.

2. Пora в сварном шве — дефект сварного шва в виде полости округлой формы, заполненной газом. Цепочка пор — группа пор в сварном шве, расположенных в линию.

Способ выявления и устранения: внешний осмотр, осмотр излома шва; рентгено — и гаммаконтроль, контроль ультразвуком, магнитографический метод контроля и др. Выстрогать скопление пор, зачистить, подварить. Уплотнить проковкой в процессе сварки при температуре светло-красного цвета шва.

3. Свищи — дефекты в виде воронкообразного углубления.

Способ выявления и устранения: внешний осмотр, удалить рубкой или строжкой, зачистить, подварить.

4. Непровар — дефект в виде несплавления в сварном соединении вследствие неполного расплавления кромок или поверхностей ранее выполненных сваликов сварного шва.

Способ выявления и устранения: внешний осмотр излома. Внутренний контроль. Полностью удаляют (вырубают или выстрагивают, зачищают и подваривают).

5. Наплыв на сварном соединении — дефект в виде натекания металла шва на поверхности основного металла или ранее выполненного валика без сплавления с ним.

Способ выявления и устранения: внешний осмотр, наплыв подрубить, удалить, непровар подварить.

6. Шлаковые включения — дефекты в виде вкрапления шлака.

Способ выявления и устранения: внешний осмотр излома шва. Рентгено- и гаммаконтроль, контроль ультразвуком, магнитографический контроль. Удаляют, зачищают, подваривают.

7. Трещины — дефекты сварного соединения в виде разрыва в сварном шве и (или) прилегающих к нему зонах.

Способ выявления и устранения: внешний осмотр, осмотр излома, рентгено- и гаммаконтроль, контроль ультразвуком и магнитографический метод. Полностью удалить, зачистить, подварить.

8. Прожог — дефект в виде сквозного отверстия в сварном шве, образовавшийся в результате вытекания части металла сварочной ванны.

Способ выявления и устранения: внешний осмотр, удалить (вырубить или выстрогать), подварить.

9. Кратер — углубление, образующееся под действием давления пламени при внезапном окончании сварки.

Способ выявления и устранения: внешний осмотр, зачистить, подварить.

10. Брызги металла — дефекты в виде затвердевших капель на поверхности сварного соединения.

Способ выявления и устранения: Внешний осмотр. Зачистка поверхности. Применение защитного покрытия марки П1 или П2.

11. Перегрев металла — металл имеет крупнозернистую структуру, металл хрупкий, непрочный, неплотный. Исправляют термообработкой. Причина: сварка пламенем большой мощности.

Способ выявления и устранения: внешний осмотр, устранить перегрев термической обработкой.

12. Пережог металла — наличие в структуре металла окисленных зерен, обладающих малым сцеплением из-за наличия на них пленки оксидов. Возникает при избытке кислорода в пламени (если это не требуется техпроцессом, как при сварке латуни). Пережженный металл хрупок и не поддается исправлению. Определить его можно по цветам побежалости (на стали).

Способ выявления и устранения: пережженный металл необходимо полностью вырезать и заварить это место заново.

35. Сварка низколегированных сталей

Легированные стали подразделяются на низколегированные (легирующих элементов в сумме менее 2,5%), среднелегированные (от 2,5 до 10%) и высоколегированные (более 10%). Низколегированные стали делят на низколегированные низкоуглеродистые, низколегированные теплоустойчивые и низколегированные среднеуглеродистые.

Низколегированные стали свариваются труднее, чем низкоуглеродистые конструкционные. Эти стали являются более чувствительными к тепловым воздействиям при сварке, поэтому требуют соответствующих технологических мероприятий.

Электроды и другие материалы подбираются с расчетом, чтобы содержание углерода, фосфора, серы и других вредных элементов в них было ниже, чем при сварке низкоуглеродистых конструкционных сталей. Это делается для повышения стойкости металла шва против кристаллизационных трещин, т.к. низколегированные стали склонны к их образованию.

Низколегированные стали марок 09Г2, 09Г2С, 10ХСНД, 10Г2С1 и 10Г2Б не склонны к образованию закалочных структур и к перегреву. Сварку ведут при любом тепловом режиме, таком же, как при сварке низкоуглеродистых сталей.

Чтобы обеспечить равнопрочность соединения, сварку выполняют электродами Э50А. Твердость и прочность околошовной зоны практически не отличается от прочности и твердости основного металла.

Низколегированные низкоуглеродистые стали марок 12ГС, 14Г, 14Г2, 14ХГС, 15Г2СФ, 15Г2АФ, 15ХСНД склонны к образованию закалочных микроструктур и к перегреву зоны термического влияния. Сварку этих сталей рекомендуется проводить с относительно большой погонной энергией, чтобы уменьшить скорость охлаждения сварного соединения.

При сварке этих сталей используют электроды типа Э50А или Э55.

36. Сущность основных видов неразрушающего контроля качества сварки.

Контроль внешним осмотром.

Данный вид контроля является обязательным, наиболее простым и самым распространенным. Внешний осмотр выполняется невооруженным глазом или с использованием 5-10 кратной лупы. Внешним осмотром выявляются: несоответствие геометрических размеров швов проектным (размеры швов определяются специальными шаблонами); подрезы; непровар в корне соединения (ориентировочно); поверхностные трещины (продольные или поперечные); наружные газовые поры и раковины; крупная чешуйчатость и неравномерность шва; незаплавленные кратеры; коробление изделия или отдельных его элементов.

Контролю внешним осмотром подвергаются все сварные конструкции независимо от их назначения и ответственности. Внешний осмотр сварных деталей эффективен только тогда, когда он производится квалифицированным и опытным контролером.

Радиационные виды контроля. Надежным и широко применяемым в настоящее время является радиационный контроль просвечиванием сварных соединений рентгеновским и гамма-излучением.

Выявление дефектов металла обеспечивается способностью рентгеновского излучения проникать через твердые материалы, в том числе и металлы.

Метод позволяет выявлять как внешние, так и внутренние дефекты, с достаточной точностью определять их место положение без разрушения проверяемых конструкций.

Ультразвуковой контроль сварных швов. Ультразвуковой способ обнаружения дефектов сварки основан на отражении направленного импульса высокочастотной звуковой волны.

При контроле ультразвуковым дефектоскопом могут быть выявлены трещины и непровары глубиной более 0,15 - 0,2 мм при их длине не менее 5 мм; газовые поры и шлаковые включения диаметром 1 - 1,5 мм и более при толщине сваренной стали свыше 5 мм.

Практически минимальная толщина контролируемых дефектоскопом сварных швов составляет 8 - 10 мм; при меньшей толщине дефекты выявляются нечетко.

Ультразвуковой вид контроля применим для прозвучивания труб со стенкой толщиной более 8 мм.

Магнитные виды контроля. Магнитный вид контроля металла основан на том, что при прохождении магнитных силовых линий по испытуемому материалу в местах дефектов возникают поля рассеяния. Если на поверхности металла нанести ферромагнитный порошок, то над местом расположения дефекта создадутся скопления порошка в виде правильно ориентированного магнитного спектра.

С помощью магнитного порошка можно выявлять любые внутренние дефекты. В настоящее время этот вид контроля применяют для выявления:

- поверхностных трещин, невидимых невооруженным глазом;
- трещин, находящихся внутри металла на глубине не более 15 мм (чем больше ширина трещины, тем легче ее выявить);
- расслоение металла.

Можно обнаруживать также крупные тазовые раковины, поры и шлаковые включения, расположенные на глубине не более 3 - 5 мм.

Контроль непроницаемости швов. Сварные изделия, предназначенные для хранения и транспортировки различных газов и жидкостей, должны быть проверены на непроницаемость. Непроницаемость сварных швов проверяется аммиаком, керосином, с помощью гидравлических и пневматических испытаний, методом вакуумирования, а также газоэлектрическими течеискателями.

Испытание аммиаком основано на способности некоторых химических соединений изменять окраску под действием сжиженного аммиака. Эти соединения (например водный раствор азотной кислоты, водноспиртовой раствор фенолфталеина) служат в процессе контроля индикаторами.

перед испытание сварные швы тщательно очищаются от шлака, металлических брызг и тому подобных загрязнений. Затем на одну сторону шва укладывается бумажная или тканевая лента, пропитанная 5% -ным раствором азотной кислоты, а с другой стороны под давлением смесь аммиака с воздухом, содержащая около 1% аммиака. Давление этой смеси выбирается не превышающим расчетного давления для испытываемой конструкции. Если в сварных швах имеются поры и трещины, то через несколько минут (1-5 минут) проникающий аммиак окрасит бумагу или ткань в характерный серебристо - черный цвет

Испытание керосином основано на явлении капиллярности, которое заключается в том, что жидкость при определенных условиях способна подниматься по капиллярным трубкам. В сварных швах такими капиллярными трубками являются сквозные поры и трещины.

Для контроля швы со стороны раскрытия окрашивают мелом, разведенным на воде с добавлением клея, а со стороны корня соединения смачивают керосином. Керосин, проходя через неплотности, образует на высохшей меловой краске темные пятна, по которым можно судить о характере неплотности и месте ее расположения. Если в течение 30 - 60 мин такие пятна не появятся, то швы считаются удовлетворительными. Скорость прохождения керосина через металл будет определяться толщиной сварного соединения и характером расположения дефектов в металле. Продолжительность испытания должна составлять не менее четырех часов при комнатной температуре.

Пневматическое испытание. Пневматическое испытание проводят с целью контроля плотности сварных соединений. Для этого в замкнутый сосуд нагнетают воздух до рабочего давления. Снаружи все швы смачиваются мыльным раствором. Сжатый воздух в местах неплотностей образует мыльные пузыри. В зависимости от количества и интенсивности выделения мыльных пузырей можно судить о характере и величине дефекта. Пневматический вид контроля сварных соединений получил широкое применение при испытании сосудов малой емкости, как наиболее удобный и доступный в заводских условиях с массовым производством.

Гидравлическое испытание. Гидравлическому испытанию подвергаются различные сосуды, котлы и трубопроводы, работающие под давлением. Гидравлическим испытанием контролируется не только плотность сварных соединений, но также относительная прочность всей сварной конструкции. При гидравлическом испытании сосуд наполняется водой; для выхода воздуха в верхней части одно отверстие оставляют открытым. Это отверстие закрывается лишь после наполнения водой всего сосуда. При этом должно быть создано избыточное контрольное давление, в полтора - два раза превышающее рабочее давление.

37. Сварка среднелегированных сталей.

Среднелегированные стали чувствительны к нагреву, склонны к образованию закалочных структур, к перегреву и образованию холодных трещин. Чем выше содержание углерода и различных легирующих примесей, тем хуже свариваемость этих сталей.

Для того чтобы обеспечить хорошее качество сварки, рекомендуется ряд дополнительных мер:

- выбрать методы сварки и сварочные материалы, которые обеспечат

однородность металла шва и основного металла;

- использовать оптимальные режимы сварки;
- снизить содержание водорода в основном металле и металле шва с помощью замены переменного тока постоянным;
- провести термообработку сварных соединений сразу же после сварки (это может полностью устранить опасность возникновения холодных трещин);
- проводить сварку с предварительной наплавкой на кромки соединяемых деталей слоя аустенитного или ферритного металла, которые не закаляются при сварке.

Ручная дуговая сварка среднелегированных сталей имеет ряд особенностей:

- применение низководородистых электродов со фтористо-кальциевым покрытием;
- применение постоянного тока обратной полярности;
- швы большого сечения сваривают «каскадным» методом.

Марки покрытых электродов при сварке выбирают в зависимости от вида термической обработки сварного соединения.

38. Контроль качества наплавочных работ.

После окончания наплавки с наплавленного металла удаляют шлак, брызги металла.

Наплавленные детали подвергают неразрушающим или разрушающим методам контроля.

Неразрушающие методы контроля качества наплавленного металла.

Применяются следующие методы неразрушающего контроля:

- визуальный контроль для определения качества формирования наплавленного металла, наличия трещин, отколов, свищей и других дефектов, выходящих на поверхность наплавленного металла.
- люминесцентный или цветной контроль, с целью выявления дефектов выходящих на поверхность наплавленного металла, но не выявляемых визуально;
- магнитный контроль для выявления дефектов на поверхности и на небольшой глубине под поверхностью наплавленного металла;
- ультразвуковой контроль, гамма - и рентгенодефектоскопия для выявления дефектов в наплавленном слое и на границе сплавления.

Непровары и кратеры в наплавленном металле не допускаются, их следует выводить за пределы рабочей наплавляемой поверхности, используя для этой цели выводные планки или заделывать на наплавленном металле.

Разрушающие методы контроля качества наплавленного металла.

Как правило, разрушающим методам контроля подвергают образцы-свидетели, которые наплавляют и одновременно подвергают термообработке со штатными изделиями. К этой группе методов контроля можно отнести:

- контроль химического состава наплавленного металла;
- механические испытания и контроль твердости наплавленного металла (предел прочности, предел текучести, относительное удлинение и сужение, ударная вязкость, прочность сцепления основного и наплавленного металла на срез и отрыв);
- коррозионные испытания.

Контрольные образцы для механических испытаний варят из того же металла, тем же методом и тем же сварщиком, что и основное изделие.

Все выявленные дефекты должны быть устранены. Переход от наплавленного металла к основному после механической обработки должен быть плавным и ровным, что увеличивает прочность восстанавливаемой детали.

39. Сварка легированных теплоустойчивых сталей.

Из теплоустойчивых сталей изготавливаются изделия, работающие при температурах, не превышающих 600°C (для более высоких температур изделия производят из жаростойкой и жаропрочной сталей).

Все теплоустойчивые стали поставляются потребителю в состоянии после термической обработки (закалка плюс высокий отпуск; отжиг).

Для дуговой сварки теплоустойчивой стали ГОСТ 9467 - 75 предусматривает девять типов электродов (Э-09М, Э-09МХ, Э-09Х1М, Э-05Х2М, Э-09Х2М1, Э-09Х1МФ, Э-10Х1М1НФБ, Э-10Х3М1БФ, Э-10Х5МФ).

Технологией сварки теплоустойчивой стали любой марки предусматривается предварительный или сопутствующий местный или общий подогрев свариваемого изделия, обеспечение однородности металла шва с основным и термическая обработка сварного изделия

Дополнительный нагрев свариваемого изделия необходим для устранения закаливаемости металла. При сварке без дополнительного нагрева в металле шва и в околошовном металле образуются карбиды хрома и молибдена, вызывающие хрупкость сварного соединения.

Однородность металла шва с основным нужна для исключения диффузионных явлений при химическом выравнивании металла шва и околошовного металла при высоких температурах во время эксплуатации сварных изделий, так как перемещение химических элементов в процессе диффузии приводит к снижению длительности эксплуатации изделий.

С помощью термической обработки удастся получать одинаковую во всем сварном изделии микроструктуру, если химический состав металла шва не отличается от химического состава основного металла. Такой металл обладает повышенными механическими свойствами и способностью длительно работать в условиях нагрева. Однако для повышения длительности работы изделий нужно правильно выбрать режим термической обработки. Лучшая термическая обработка сварных изделий из теплоустойчивой стали - закалка и высокий отпуск. На практике часто применяют только высокий отпуск или отжиг с нагревом до температуры около 780°C.

Для сварки теплоустойчивых сталей в монтажных условиях при невозможности подогрева и последующей термообработки применяются электроды АН-ЖР-2, в этом случае в металле шва содержание никеля будет не менее 31% и металл шва получит аустенитную структуру. Электроды пригодны для сварки во всех пространственных положениях.

Сварку теплоустойчивых сталей покрытыми электродами производят на тех же режимах, что и сварку низколегированных конструкционных сталей. При сварке необходимо полностью проваривать корень шва, для чего первый слой выполняют

электродом диаметром 2 - 3 мм. Большая часть электродов требует сварки на постоянном токе обратной полярности.

Техника сварки теплоустойчивых сталей также аналогична технике сварки низкоуглеродистых сталей. Многослойную сварку выполняют каскадным способом (без охлаждения каждого выполненного слоя шва).

40. Дефекты при наплавке

Основные дефекты наплавов — трещины в наплавленном слое и в зоне сплавления с основным металлом детали, поры и раковины, шлаковые включения, несплавления слоя с основным металлом, надрывы и др.

Дефекты могут быть внешними, выходящими на поверхность наплавов, и внутренними, располагающимися внутри наплавленного слоя.

Внешние дефекты обнаружить сравнительно легко путем осмотра наплавов, с помощью магнитной дефектоскопии и др. Обнаружение внутренних дефектов представляет сложную и не всегда надежно разрешимую задачу. В этом случае пользуются следующими методами контроля: просвечиванием рентгеновскими или гамма-лучами, магнитной и ультразвуковой дефектоскопией, металлографическими исследованиями макро- и микрошлифов и др.

Трещины — наиболее опасный дефект наплавов, так как под воздействием быстроизменяющихся нагрузок или тепловых колебаний они могут развиваться, т. е. увеличиваться в размерах, что может привести к преждевременному выходу детали из строя. В связи с этим контролю на обнаружение трещин необходимо уделять наиболее серьезное внимание.

Возникновение трещин зависит от содержания углерода и серы в наплавленном металле, от недостаточного предварительного подогрева детали при наплавке, жесткости изделия и пр. Холодные трещины могут возникать при отсутствии замедленного охлаждения детали после наплавки.

Поры образуются при использовании влажного или отсыревшего флюса, при наличии ржавчины на наплавливаемых поверхностях, при недостаточном слое флюса и др. Поры появляются при наплавке по металлу, ранее наплавленному электродами с меловой обмазкой, который содержит повышенное количество азота. Поры — менее опасный дефект, чем трещины, но они снижают износостойкость и прочность наплавленного металла.

Шлаковые включения чаще наблюдаются при многослойной наплавке. Они являются результатом наплавки по неудаленной или плохо удаленной шлаковой корке с предыдущих слоев. Шлак не успевает расплавиться и всплыть на поверхность металла, вследствие чего остается в металле в виде шлаковых включений.

Несплавления наплавленного металла с основным металлом детали могут образоваться при несоответствии, например, выбранной скорости наплавки и типа оборудования, неправильной установке электрода, загрязнении наплавливаемых поверхностей, нарушении режима наплавки и др. Наличие этих дефектов может привести к отколу наплавленного слоя в процессе работы восстановленной детали.

Причина наплывов и подрезов в наплавленном слое — нарушение режима наплавки (силы тока, напряжения дуги, скорости наплавки, смещение электрода с зенита при наплавке цилиндрических деталей, изменение размера вылета электрода и др.).

Причиной поверхностных дефектов наплавленного слоя может быть и плохая устойчивость дуги.

Деформация изделий. Одной из серьезнейших проблем наплавки является деформация изделий, для предотвращения которой применяют равномерный предварительный подогрев изделия, различные приемы наплавки, исключающие неравномерную деформацию изделия, сварочные приспособления, зажимные устройства и др. Предварительная оценка возможной деформации составляет важнейшую предпосылку правильного выбора мер предотвращения ее при наплавке.

Кроме перечисленных, возможно возникновение других дефектов, в том числе наличие шлака в наплавленном металле, неудовлетворительное сплавление наплавленного слоя с подложкой и др.

Связанные с наличием шлака и плохим сплавлением дефекты возникают вследствие недостаточной силы тока и низкого напряжения при дуговой наплавке или при неправильном манипулировании – подаче присадочного материала. Для предотвращения таких дефектов необходим правильный выбор способа и режима наплавки.

41. Сварка высоколегированных сталей и сплавов

Высоколегированными называют стали, содержащие один или несколько легирующих элементов в количестве 10 - 55%.

Высоколегированными называют сплавы на железоникелевой основе (железа и никеля содержится более 65%) и на никелевой основе (никеля содержится более 55%).

Высоколегированные стали и сплавы классифицируют по различным признакам: по системе легирования, структуре и свойствам.

По системе легирования высоколегированные стали делят, например, на хромистые, хромоникелевые, хромомарганцевые, хромоникелемарганцевые, хромомарганцеазотистые. Самые распространенные высоколегированные сплавы - никелевые, никелехромистые, никелехромовольфрамовые и никелехромокобальтовые.

По свойствам высоколегированные стали и сплавы подразделяют на коррозионностойкие (нержавеющие), обладающие стойкостью против любой коррозии - атмосферной, почвенной, щелочной, кислотной, солевой, межкристаллитной; жаростойкие (окалиностойкие), не окисляющиеся при высоких температурах нагрева (до 1300°C); жаропрочные, способные работать при температурах свыше 1000°C в течение нормированного времени без снижения прочности.

По сравнению с низкоуглеродистыми сталями большинство высоколегированных сталей и сплавов обладают пониженным коэффициентом теплопроводности (до 2 раз при повышенных температурах) и увеличенным коэффициентом линейного расширения (до 1,5 раза).

Низкий коэффициент теплопроводности приводит при сварке к концентрации тепла и вследствие этого к увеличению проплавления металла изделия. Поэтому для получения заданной глубины проплавления следует снижать величину сварочного тока на 10 - 20%.

Увеличенный коэффициент линейного расширения приводит при сварке к большим деформациям сварных изделий, а в случае значительной жесткости - относительно крупные изделия, повышенная толщина металла, отсутствие зазора между

свариваемыми деталями, жесткое закрепление изделия - к образованию трещин в сварочном изделии.

Для предотвращения образования трещин при сварке высоколегированных сталей используют ряд методов:

- ограничение содержания вредных примесей (фосфора, серы, свинца, олова, висмута сурьмы и т.д.);
- создание в металле шва двухфазной структуры (аустенит и феррит);
- введение таких элементов как марганец, вольфрам, молибден;
- применение электродных покрытий основного и смешенного видов; обеспечение менее жесткого состояния изделия при сварке.

Одно из главных условий дуговой сварки высоколегированных сталей - постоянное поддерживание короткой дуги, т.к. при сварке короткой дугой обеспечивается лучшая защита расплавленного металла от кислорода и азота воздуха.

Коррозионная стойкость сварных соединений из нержавеющей сталей увеличивается при ускорении остывания изделий после сварки. Для этого швы поливают водой, используют медные водоохлаждаемые прокладки, промежуточное остывание слоев.

При сварке любых марок высоколегированных сталей рекомендуется общий или местный подогрев до температуры 100-300°C. Подогрев способствует более равномерному распределению температур по изделию в процессе сварки, а также более медленному охлаждению, которое устраняет концентрированные усадочные деформации по сечению сварного соединения. В результате возможность образования трещин устраняется.

Для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами применяют сварочную проволоку, например Св-04Х19Н9, Св-05Х19Н9Ф3С2, Св-06Х19Н9Т, Св-07Х19Н10Б, Св-08Х20Н9С2БТЮ, Св-10Х16Н25М6А - всего 41 марка по ГОСТ 2246 - 70.

Электроды берут с основными, рутило-основными и рутилофлюоритно - основными покрытиями.

42. Классификация электродов, условные обозначения

Стальной покрытый электрод представляет собой определенных размеров стержень, на поверхность которого опрессовкой или окунанием нанесено специальное покрытие.

Электродные покрытия создают при сварке защиту от кислорода и азота воздуха расплавленного металла в процессе переноса его и в самой сварочной ванне, а также стабилизируют горение дуги, очищают металл сварочной ванны от вредных примесей и легируют металл шва для улучшения его свойств.

Защита расплавленного металла от кислорода и азота воздуха при сварке достигается газами и шлаком, которые образуются из покрытия в зоне дуги. Для создания газовой защиты зоны дуги в покрытие вводят крахмал, целлюлозу, древесную муку и другие органические вещества.

Для устойчивого горения дуги в покрытие вводятся вещества, обладающие малой величиной потенциала ионизации, главным образом соли щелочноземельных металлов; двуокись титана, полевой шпат, содержащий некоторое количество солей щелочных металлов, калиевое или натриевое жидкое стекло и др.

Очистка металла шва от окислов серы, фосфора, газов и других вредных примесей осуществляется шлаком, покрывающим шов.

Классификация стальных покрытых электродов. Стальные покрытые электроды для ручной дуговой сварки и наплавки подразделяются по назначению:

- для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 60 кгс/мм^2 , обозначаются - У;
- для сварки легированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву свыше 60 кгс/мм^2 - Л;
- для сварки легированных теплоустойчивых сталей - Т;
- для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами - В;
- для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами - Н.

По толщине покрытия в зависимости от отношения диаметра электрода (D) к диаметру стального стержня (d): с тонким - М; средним - С; толстым - Д; особотолстым - Г.

По видам покрытия:

с кислым покрытием - А; с основным покрытием - Б; с целлюлозным покрытием - Ц; с рутиловым покрытием - Р; с покрытием смешанного вида - соответствующее двойное условное обозначение; с прочими видами покрытий - П.

По качеству, т. е. точности изготовления, состояния поверхности покрытия, сплошности выполненного данными электродами металла шва и по содержанию серы и фосфора в наплавленном металле, электроды делятся на группы 1, 2 и 3.

По допустимым пространственным положениям сварки или наплавки:

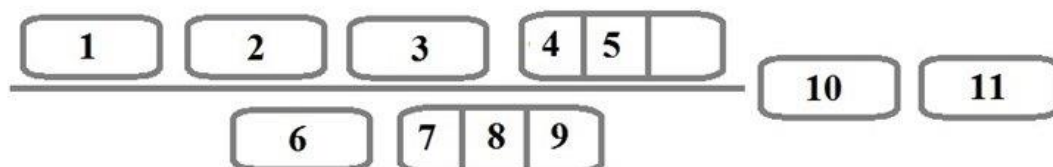
для всех положений - 1; для всех положений, кроме вертикального сверху вниз - 2; для нижнего, горизонтального на вертикальной плоскости и вертикального снизу вверх - 3; для нижнего и верхнего в лодочку - 4.

По роду тока и полярности, а также по номинальному напряжению холостого хода источника переменного тока - с номера 0 до номера 9 (ГОСТ 9466 - 75).

Условные обозначения электродов. В технических документах условное обозначение электродов состоит из обозначения марки, диаметра и группы электрода.

На этикетке упаковочной тары (пачке, ящике) приводятся аналогичные, но более подробные сведения.

Прежде всего необходимо рассмотреть принятую форму заполнения определенных характеристик. Она представляет собой многоблочную структуру, каждый из разделов которой соответствует определенной категории.



1. Тип электрода. Первая буква «Э» обозначает название продукта, последующая цифра – значение временного сопротивления разрыва, кгс/мм^2 .

2. Марка. Содержит информацию о производителе и непосредственно марку электродов.

3. Диаметр.

4. Область назначения.

У -Для сварки углеродистых и низколегированных марок стали с сопротивлением разрыву до 600 МПа

Л -Легированные стали конструкционного типа с сопротивлением разрыву свыше 600 МПа

Т -Теплоустойчивые стали

В -Для сварки высоколегированных марок стали с особыми свойствами Н -
Формируют слой наплавки

5.Толщина верхнего покрытия

М- Тонкое

С -Среднее

Д -Толстое

Г-Особо толстое

6. Индекс, означающий характеристики свариваемого металла. Он должен соответствовать данным из ГОСТ 9467-75. В нем дается подробная расшифровка по каждому из возможных обозначений.

7. Вид покрытия.

А -Кислое

Б (В)- Основного типа

Р ®- Рутитовые

Ц ©- Целлюлозные

П (S) -Прочие

Для смешанных типов покрытий принято двойное обозначение, например БР (BR) – рутитово-основное.

8. Разрешенные положения направления сварки.

1 Все положения

2 Все, кроме вертикального, направленного сверху вниз

3 Запрещает потолочный и вертикальный шов сверху вниз

4 Только для нижнего

9.Указывает характер тока, его полярность и номинальное значение напряжения.

10 Ссылка на ГОСТ 9466-75, согласно которому была выполнена маркировка.

11 Ссылка на нормативный документ изготовления электродов. Кроме этих параметров указывают дополнительные характеристики. Они необходимы для обозначения внешнего вида и специфики конструкции. Зная все вышеперечисленные условные обозначения, можно выбрать оптимальную марку электродов для выполнения определенного типа работ.

Расшифровка обозначения

Э50А – УОНИ-13/55 – Ø3 – УД / Е514 – Б20 ГОСТ 9466-75; ГОСТ 9467-75,

где Э50А – тип сварочного электрода (для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 50кгс/мм², когда к металлу сварных швов предъявляют повышенные требования по пластичности и ударной вязкости (по ГОСТ 9467-75).

УОНИ 13/55 – марка сварочных электродов.А по буквам "универсальная обмарка

научно исследовательского института¹³" ,времена СССР-время коротких шифров, вот и получились УОНИ 13.

ØЗ – диаметр сварочного электрода, мм.

У – сварка углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 60кгс/мм²(условное обозначение назначения сварочного электрода по ГОСТ 9466-75).

Д – с толстым покрытием (условное обозначение по ГОСТ 9466-75), при $1,45 < D/d \leq 1,80$.

Е514 – группа индексов, указывающих характеристики наплавленного металла и металла шва по ГОСТ 9467-75 (51 – min временное сопротивление разрыву $\sigma_b = 510 \text{ Н/мм}^2$ (52кгс/мм²); 4–min относительное удлинение, $\sigma_b = 20\%$ и min температура $T_k = -40^\circ\text{C}$, при которой ударная вязкость металла шва и наплавленного металла (при испытании образцов типа IX по ГОСТ 6996-66) составляет не менее 3,5 кгс*м/см²).

Б – основное покрытие (условное обозначение по ГОСТ 9466-75).

2 – сварка во всех пространственных положениях, кроме вертикального сверху вниз (условное обозначение по ГОСТ 9466-75).

0 – сварка постоянным током обратной полярности (условное обозначение по ГОСТ 9466-75).

43. Особенности сварки чугуна: свойства, влияющие на свариваемость.

Чугуном называют сплав, состоящий из железа, углерода и других элементов, которые имеются в его составе или специально вводятся туда для придания ему тех или иных свойств, при этом количество углерода в нем может быть от 2,14 до 6,67%. Свойства чугуна зависят от следующих факторов:

- структуры металлической основы;
- включений графита – его количества, величины, формы и характера распределения.

Для придания жаростойкости, износостойкости, кислотостойкости и других особых свойств, при производстве чугуна в него вводят специальные добавки – никель, хром, молибден, алюминий, медь, титан и т.д., которые при введении определенного их процента и делают свойства чугуна особыми. Такие чугуны называются легированными.

Основные трудности при сварке чугуна

К ним относятся:

- высокое содержание углерода (чем выше, тем хуже сваривается);
- высокая жидкотекучесть;
- возможность образования в процессе сварки тугоплавких окислов (их температура плавления гораздо выше температуры плавления самого чугуна);
- склонность к появлению трещин (из-за неоднородности металла), пор (из-за выгорания в процессе сварки углерода).

Все это негативно сказывается на свариваемости и чугун справедливо считают материалом, который плохо поддается сварке.

Сварка чугуна применяется в основном для исправления литейных дефектов, в производстве литейно - сварных конструкций и в ремонте различных деталей.

Используются два вида сварки чугуна:

- сварка без подогрева (холодный способ сварки);

- сварка с подогревом (горячий способ сварки).

При холодной сварке чугуна за счет применения различных электродов удается получить металл шва с нужной прочностью и вязкостью, но полностью избежать появления закалочных структур в зоне сварки без подогрева изделия не удастся.

44. Материалы, применяемые для ручной дуговой сварки.

В качестве сварочных материалов для ручной электродуговой сварки применяются штучные электроды.

Электроды для дуговой сварки бывают двух основных типов: плавящиеся и неплавящиеся.

Штучные плавящиеся электроды с покрытием используются очень широко, для сварочных работ в домашних условиях - это основной материал.

Стержни электродов для сварки стали изготавливаются из низкоуглеродистой, легированной или высоколегированной сварочной проволоки. Стандартом предусматривается 77 марок стальной проволоки, идущей на изготовление штучных электродов диаметров от 1,6 до 6 мм.

Покрытие сварочных электродов оказывает множественное действие: образует атмосферу защищающую металл от кислорода и азота, находящихся в воздухе, стабилизирует горение дуги, удаляет вредные примеси из расплавленного металла, легирует его с целью улучшения свойств.

Для выполнения всех этих функций покрытие включает в себя множество компонентов:

Шлакообразующие вещества, защищающие металл от азота и кислорода. В их состав входит марганцевая руда, каолин, титановый концентрат, мел, мрамор, полевой шпат, доломит, кварцевый песок.

Раскисляющие вещества, удаляющие из расплавленного металла кислород. В качестве них используются марганец, кремний, алюминий, титан в виде ферросплавов.

Газообразующие компоненты, создающие при сгорании покрытия газовую среду, защищающую расплавленный металл от кислорода и азота воздуха. В основном это декстрин и древесная мука.

Легированные вещества, придающие металлу шва особые свойства - прочность, жаростойкость, износостойкость, повышение сопротивляемости коррозии. Для этого используются хром, марганец, титан молибден, никель, ванадий и некоторые другие вещества.

Стабилизирующие элементы, способствующие ионизации сварочной дуги - натрий, калий, кальций.

Связующие вещества, служащие для связывания компонентов покрытия друг с другом и всего покрытия со стержнем электрода. Основным связующим веществом является калиевое или натриевое жидкое стекло (силикатный клей).

Для сварки цветных металлов и их сплавов наряду с неплавящимися применяют плавящиеся электроды из соответствующих металлов и сплавов - алюминия, меди, никеля, бронзы, латуни и т.п.

Электроды, применяемые для сварки и наплавки, классифицируются по широкому ряду признаков:

- по назначению (для сварки стали, чугуна, цветных металлов, для

наплавочных работ и пр.);

- по технологическим особенностям (для швов различного пространственного положения, для сварки с глубоким проплавлением и т.п.);
- по виду покрытия (кислое рутиловое, основное и пр.) и его толщине (толстое, тонкое, среднее, особо толстое);
- по химическому составу покрытия и стержня;
- по механическим свойствам металла шва;
- по роду и полярности тока, величине номинального напряжения холостого хода источника питания;
- по качеству изготовления, состоянию поверхности покрытия, содержанию вредных примесей фосфора и серы.

Каждый параметр электрода имеет свое буквенное или цифровое обозначение в определенной части маркировки. В частности, электроды для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 60 кгс/мм² обозначаются буквой У. Электроды со средним по толщине рутиловым покрытием имеют в маркировке букву С (среднее) и Р (рутиловое). Стоящая предпоследней цифра 1 сообщает, что электрод может использоваться для выполнения шва любого пространственного положения, а завершающая обозначение цифра 0 информирует о том, что данный электрод используется при работе сварочным аппаратом дающим постоянный ток.

В соответствии с ГОСТ 9466-75 обозначение электрода содержит информацию о типе, марке, диаметре и прочих его характеристиках. В обозначение типа электродов для сварки конструкционных сталей входит буква Э ("электрод для дуговой сварки") и цифра, сообщающая о минимальном временном сопротивлении разрыву металла шва в кгс/мм². Если после цифр присутствует буквы А (например, Э42А, Э46А), это означает, что данный тип электрода обеспечивает более высокие пластические свойства металла шва.

Наряду с типом, электроды имеют и марку. Одному типу электродов может соответствовать несколько марок. Например, электродам типа Э42 соответствуют марки ГОСЦ-2, ЦМ-7, АНО-6.

Неплавящиеся электроды бывают угольными, графитовыми и вольфрамовыми.

Температура плавления всех этих материалов превышает ту, до которой они нагреваются при сварке. Эта особенность и обусловила их название.

Графитовые электроды изготавливают из синтетического прессованного графита, угольные - из электротехнического угля. Электроды из графита обладают определенными преимуществами перед угольными. У них выше электропроводимость позволяющая в 2,5-3 раза повысить плотность тока, и более высокая устойчивость против окисления при высоких температурах. Последнее качество позволяет снизить их расход по сравнению с угольными.

Вольфрамовые неплавящиеся электроды изготавливаются из чистого или с наличием присадок вольфрама. В качестве присадок используются окислы тория, иттрия, лантана и других веществ. О наличии той или иной присадки говорит марка и цвет электрода. Обозначение ЭВ (WP) означает чистый вольфрам (конец окрашен в зеленый цвет), ЭВТ (WT) - вольфрам с торием (красный), ЭВИ (WY) - с иттрием (темно-синий),

(WL) - с лантаном (синий или золотистый, в зависимости от содержания лантана), WC - с церием (серый), WZ - с цирконием (белый).

С помощью неплавящихся электродов варят сталь, чугун, медь латунь, бронзу, алюминий и прочие металлы. Сварка производится чаще всего в среде защитного газа (аргона, гелия азота и их смеси). Ее можно осуществлять как с присадочным материалом, так и без. В качестве последнего используется проволока, металлические прутки или полосы.

Выбор типа электрода для сварки сталей зависит не только от марки последний, но и от характера соединения, пространственного положения шва, рода сварочного тока (постоянный или переменный), температуры окружающего воздуха во время работ и пр. В настоящее время производится несколько сотен марок электродов для самого различного назначения.

Электроды для сталей подразделяются на несколько групп - в зависимости от марки материалы, для сварки которого они предназначены.

45.Технология холодной сварки чугуна

Чугуном называют сплав, состоящий из железа, углерода и других элементов, которые имеются в его составе или специально вводятся туда для придания ему тех или иных свойств, при этом количество углерода в нем может быть от 2,14 до 6,67%.

Основные трудности при сварке чугуна

К ним относятся:

- высокое содержание углерода (чем выше, тем хуже сваривается);
- высокая жидкотекучесть;
- возможность образования в процессе сварки тугоплавких окислов (их температура плавления гораздо выше температуры плавления самого чугуна);
- склонность к появлению трещин (из-за неоднородности металла), пор (из-за выгорания в процессе сварки углерода).

Используют 2 вида сварки чугуна – холодный способ и горячий. При холодной сварке необходимо применение электродов, специально предназначенных для сварки чугуна.

Можно сваривать чугунные изделия в холодном состоянии (без подогрева) с применением стальных электродов, изготовленных из низкоуглеродистой стали, но это требует больших усилий от сварщика и понимания им процессов, которые происходят в зоне сварки. Обусловлено этой свойствами чугуна. Металл после окончания сварки быстро охлаждается и это приводит к его хрупкости, что может вызвать появление трещин.

Применяя электроды из различных сплавов с покрытиями разного состава, можно получить металл шва с нужной прочностью и вязкостью, но избежать закалки в зоне плавления при сварке без подогрева изделия не удастся. Можно лишь несколько уменьшить толщину закаленной прослойки, применяя многопроходную сварку на малых силах тока.

Холодная сварка чугуна производится стальными электродами, медножелезными электродами, комбинированными электродами и электродами с чугунными стержнями.

Сварка стальными электродами с применением шпилек. Этот способ сварки широко применяется при ремонте крупногабаритных чугунных изделий. Здесь сварка

комбинируется с механическим усилением зоны плавления свертыванием в теле изделия стальных шпилек, которые связывают металл шва и основной металл, разгружая хрупкую закаленную прослойку.

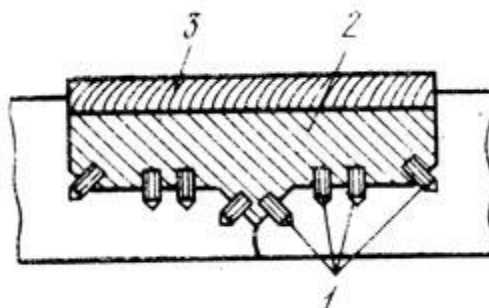


Рис. 1. Подготовка чугунного изделия к холодной сварке со стальными шпильками: 1 - стальные шпильки, 2 - стальная связь, 3 - наплавка медно-никелевым электродом

При изломе изделия с толщиной стенки до 12 мм шпильки могут свертываться без разделки кромок. При толщинах более 12 мм место излома подготавливается с У-образной или Х-образной разделкой. Если на поверхности изделия не допускается выступ наплавленного металла, то разделку производят так, как показано на рис. 1. Канавку вырубают на глубину 6 - 20 мм в зависимости от толщины изделия; затем свертывают шпильки. Диаметр шпилек зависит от толщины завариваемого изделия: при толщине до 12 мм диаметр шпильки должен быть не более 6 мм; диаметр шпилек более 16 мм и менее 3 мм не рекомендуется. Диаметр шпилек $d=(0,15-0,2) \cdot S$, где S - толщина детали, мм.

Количество шпилек, которые нужно поставить на одну сторону трещины, зависит от качества чугуна, нагрузки, которую несет деталь, длины трещины и др. Максимальное количество шпилек по их площади не должно превышать 0,25 площади излома детали. Примерное размещение шпилек представлено в табл. 43.

Высота шпилек над поверхностью равна 0,5 - 1 диаметра шпильки, но не более 5 - 6 мм; глубина свертывания - 1,5 диаметра шпильки.

При сверлении отверстий и нарезании резьбы нельзя применять масло. Шпильки должны быть ввернуты до упора.

Лучшие результаты дают электроды марки УОНИ-13/55. Электроды любой марки берутся диаметром не более 3 - 4 мм, сила тока для электродов диаметром 3 мм - 90÷100 А. Уменьшенная сила тока обеспечивает малую глубину расплавления чугуна и минимальный нагрев изделия, что уменьшает отбеливание и предотвращает появление трещин.

Процесс сварки. Сначала кольцевыми швами обвариваются ввернутые шпильки. Обварку нужно производить вразброс для равномерного нагревания детали. Потом заправляют участки между обваренными шпильками, причем заварка также ведется отдельными участками. Длина каждого валика не должна превышать 100 мм. Второй слой валиков наносится перпендикулярно направлению валиков первого слоя. После нанесения наплавки на каждую сторону поверхностей кромок переходят к заварке разделки и трещины. Диаметр электродов можно принять 4 мм и сварочный ток 120 - 140 А.

Для ускорения заварки трещины в изделии толщиной более 10 мм вводят (рис. 2) дополнительные стальные связи. Связи и промежутки между ними провариваются

неполностью. Сверху вся поверхность сварного соединения покрывается стальным наплавленным металлом.

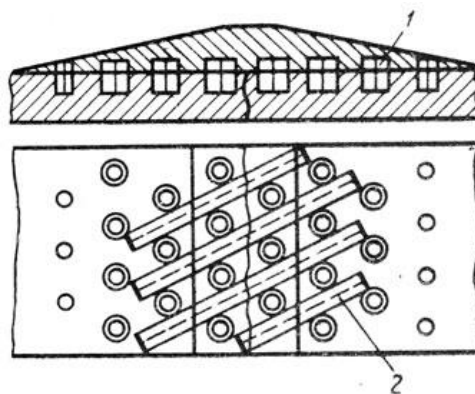


Рис. 2. Схема расположения стальных связей в металле шва при холодной сварке чугуна: 1 - шпильки, 2 - стальные связи

Сварка стальными электродами с применением шпилек может выполняться в любом пространственном положении без демонтажа всего чугунного изделия.

Сварка медножелезными электродами. Для холодной сварки применяют электроды с медным стержнем. Пластичный металл легко образует соединение с чугуном.

Шов получается мягче, чем сами соединяемые детали, он выдерживает статические нагрузки на изгиб.

На производстве при сваривании деталей более 20 мм толщиной применяются комбинированные электроды из стали и меди. Они имеют разные варианты: медный стержень покрыть стальной фольгой; трубка из цветного металла заполнена стальным порошком. Заварка широких швов, наплавка, производятся пучком электродов.

Для холодной сварки используют связки из стальных и медных электродов с обмазкой. Во всех электродах для холодной сварки используется медь.

Цветной металл проникает между кристаллами чугуна и создает с ним прочное соединения без напряжений переходной зоны. Условием создания плотного материала шва является проковка. Сразу после отведения электрода в сторону, горячий сплав следует уплотнить, проковав его молотком. Попавшие внутрь газы выйдут. Слои металла плотно улягутся, образуя однородный сплав.

Технологический процесс сложный. Требуется точного соблюдения всех пунктов, от подготовки до проковки.

46. Общие требования безопасности при ведении электросварочных работ.

Электродуга не является вредным и опасным для здоровья рабочих процессом, если соблюдаются правила техники безопасности. Выполнение этих правил является первейшей обязанностью каждого рабочего.

Нарушение правил техники безопасности может повлечь за собой: поражение электрическим током, поражение лучами электрической дуги глаз и кожи, отравление вредными газами, ожоги каплями расплавленного металла и шлака. .

В некоторых случаях пренебрежение правилами техники безопасности может вызвать взрывы и пожары.

К выполнению электросварочных работ допускаются лица не моложе 18 лет и годные по состоянию здоровья.

Присоединение и отсоединение от электросети сварочного оборудования производится электротехническим персоналом.

Расстояние между сварочным оборудованием и местом его подключения не должно быть более 10 м.

Электросварщики должны производить работы в специальной одежде (костюм защитный брезентовый, ботинки кожаные, рукавицы брезентовые, краги, маска, очки защитные для слесарных работ и т.д.).

В местах проведения сварочных работ применение непосредственно перед сваркой и хранение огнеопасных материалов запрещается.

Стационарно установленные светильники местного освещения должны питаться напряжением 36 В, для переносного освещения должно применяться напряжение не выше 12 В.

Корпус источника питания, а также свариваемое изделие должны быть надежно заземлены.

Сварочные дымы и аэрозоли опасны для здоровья. Работы допускается проводить:

- в помещениях с принудительной вентиляцией;
- на открытом воздухе;
- при работе в замкнутых объемах необходимо применять местные дымоотсосы.

При выполнении работ внутри замкнутых объемов работа электросварщика должна производиться под контролем наблюдающего. Наблюдающий должен находиться вблизи входа в замкнутый объем. Сварщик должен надеть каску и предохранительный пояс с веревочным канатом, конец которого должен находиться у наблюдающего.

Проходы с каждой стороны от места проведения электросварочных работ должны быть не менее 1 м.

Запрещается соединять сварочные электропровода узлами, соединения должны быть надежно изолированы.

47. Технология горячей сварки чугуна.

Чугоном называют сплав, состоящий из железа, углерода и других элементов, которые имеются в его составе или специально вводятся туда для придания ему тех или иных свойств, при этом количество углерода в нем может быть от 2,14 до 6,67%.

Основные трудности при сварке чугуна

К ним относятся:

- высокое содержание углерода (чем выше, тем хуже сваривается);
- высокая жидкотекучесть;
- возможность образования в процессе сварки тугоплавких окислов (их температура плавления гораздо выше температуры плавления самого чугуна);
- склонность к появлению трещин (из-за неоднородности металла), пор (из-за выгорания в процессе сварки углерода).

Используют 2 вида сварки чугуна – холодный способ и горячий.

В зависимости от температуры предварительного подогрева изделия перед сваркой, различают следующие виды горячей сварки:

- теплую (не более 200 0С);
- полугорячую (нагрев в районе 300 ÷ 400 0С);
- горячую (500 ÷ 600 0С).

В любом случае температура предварительного подогрева не должна превышать 650 °С, чтобы избежать структурных превращений в самой структуре чугуна.

Этапы процесса проведения горячей сварки, следующие:

- подготовка изделия к сварке;
- прогрев до необходимой температуры (в горне, муфельной печи, нагревательном колодце и т.д.);
- сборку (с применением струбцин или прихваток) и установку изделия под сварку;
- процесс сваривания;
- охлаждение детали после сварки (медленное).

Сварку осуществляют на постоянном токе обратной полярности. Иногда сварку проводят переменным током, но только в том случае, если длина кабелей от сварочного трансформатора не большая, а напряжение холостого хода более 70 В.

Подготовка к сварке. Место, где будет производиться сварка, должно быть тщательно очищено от загрязнений, масел и других включений. В зависимости от толщины свариваемых деталей делают одностороннюю, двухстороннюю, V- и X-образную разделку кромок (под 90 °).

Разделку обязательно делают при толщине чугунного изделия свыше 20 мм, но иногда разделку кромок выполняют у деталей, толщина которых 4 мм и выше. Концы трещин, при их наличии, обязательно засверливают. Чтобы выявить концы трещин применяют травление слабыми растворами соляной или азотной кислоты (2 ÷ 6%).

Дуговая сварка чугуна выполняется как угольным электродом с применением чугунного присадочного прутка, так и покрытыми чугунными электродами. Для удаления окислов кремния при сварке угольной дугой используют те же флюсы, что и при газовой сварке чугуна.

Режимы дуговой сварки чугуна угольным электродом приведены в табл. 1.

Толщина стенки свариваемой детали, мм	Диаметр угольного электрода, мм	Сварочный ток, А
6—8	6—8	180—240
8—10	6—8—10	190—300
10—12	8—10—12	220—360
12—18	10—12	240—450

При дуговой сварке металл сварочной ванны также поддерживают в жидком состоянии до полного заполнения дефекта или заформованного блока. Это обеспечивает наиболее полное удаление газов и неметаллических включений из металла шва и равномерную структуру в металле шва и околошовном металле.

Качество соединения свариваемых частей и температура, от которой оно зависит, определяются формой сварочной ванны. Выпуклая поверхность ванны (рис. 1,а) говорит о плохом соединении.

В этом случае сварщик должен увеличить нагрев стенок изделия. Когда ванна чрезмерно горяча, расплавление стенок изделия идет весьма интенсивно, образуется очень характерный подрез стенки (рис. 1,б); в этом случае требуется пламя или дугу перенести в центр ванны, уменьшить температуру ванны добавлением в нее кусочков стержней, электродов или заранее приготовленных мелких кусков чугуна.

Правильный процесс сварки характеризуется вогнутой поверхностью сварочной ванны (рис. 1,в) без подреза; жидкий чугун хорошо смачивает стенки детали.

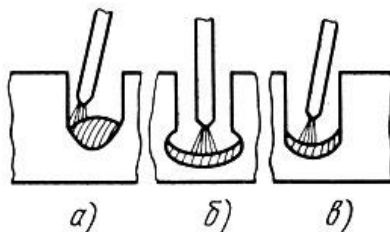


Рис. 1. Форма сварочной ванны в зависимости от ее нагрева: а - холодная, б - перегретая, в - нормальная

Многослойная сварка чугуна применяется редко и лишь в случаях, когда невозможно поддерживать всю ванну в жидком состоянии.

Охлаждение изделий производится с малой скоростью, иногда в течение 3 - 5 суток. Подготовка к охлаждению заключается в том, что после окончания сварки поверхность металла шва засыпается слоем мелкого порошка древесного угля, а все изделие со всех сторон закрывается асбестовыми листами и сухим песком.

При дуговой сварке чугуна с подогревом применяют чугунные стержни, указанные с покрытием, например, ОМЧ-1. Состав покрытия ОМЧ-1, следующий: 25% мела, 41% графита, 25% плавикового шпата, 9% ферромарганца, 30% жидкого стекла к массе сухой смеси. Толщина покрытия 0,2 - 0,3 мм на сторону. Сварочный ток для стержня диаметром 6 мм - 250 А, для стержня диаметром 12 мм - 600 А.

При диаметре чугунного электрода 6 - 8 мм сварочный ток 200 - 400 А. Род тока - любой, при постоянном токе применяют прямую полярность.

48. Правила безопасности во время работы.

Перед началом сварочных работ электросварщик надевает брезентовый костюм с огнестойкой пропиткой - брюки навыпуск, куртку с закрытыми клапанами карманов, ботинки с глухим верхом, головной убор, диэлектрические перчатки или рукавицы, которые должны быть сухими, без следов масла.

Приводятся в порядок защитные приспособления - шлем-маска и резиновый диэлектрический коврик или резиновые диэлектрические боты.

Необходимо:

- внимательно осмотреть и проверить надежность контакта и крепление заземляющих проводников с корпусами сварочных трансформаторов, сварочных машин, сварочных столов, металлических каркасов токораспределительных щитов и другого подсобного оборудования, которое может оказаться под напряжением;
 - проверить исправность пусковых и отключающих устройств - рубильников, магнитных пускателей, выключателей, а также изоляцию токоведущих проводников;
 - следить за надежностью заземления источника питания и сварочного стола.
- Запрещается использовать в качестве обратного провода сеть заземления и технологические конструкции, оборудование

Основные положения ТБ во время электросварочных работ:

1. При выполнении шва на посторонние дела не отвлекаются: нужно постоянно контролировать шов.

2. Для защиты лица и глаз используется специальная маска со светофильтром от вредного воздействия лучей электрической дуги..

3. Чтобы обезопасить окружающих от излучения электродуги, требуется защита высотой до 1,8 метров.

4. При работе вне сварочной кабины место сварки ограждается передвижными щитами.

5. Горючих жидкостей, замасленной ветоши и сухого мусора не должно быть на расстоянии до 5 метров от зоны сварки, поэтому необходимо соблюдать чистоту.

6. Не допускается загромождения рабочего места и проходов готовыми изделиями, заготовками и т.д.

7. В непрветриваемом помещении необходим респиратор.

8. При работе на высоте нужно контролировать закрепление соединяемых элементов, если необходимо пользоваться лестницей, используют страховочные пояса.

9. Не производить сварку трубопроводов, аппаратов и сосудов под давлением.

10. Если сварная деятельность проводится на открытой местности во время осадков, место работы должно быть защищено навесами из устойчивых к возгоранию материалов.

11. При сваривании внутри крупных резервуаров задействуется не меньше трех человек. Пока сварщик, обеспеченный спец. поясом с креплениями и тросом (веревкой), проводит сварку внутри объекта, два его напарника контролируют (держат) систему крепления и страхуют работника внутри. В резервуаре не должно быть наличия вредных, токсичных веществ (газов либо иных соединений), которые могут навредить работнику.

12. При проведении сварки в закрытом пространстве или на глубине, применяется только оборудование с автоматическим отключением при рассоединении электрода и детали.

13. Если работа происходит при искусственном освещении, рекомендовано использование ламп с показателем 12Вт. Очистение сварной поверхности производится только в защитных очках, подходящим средством.

14. Переносить или переставлять оборудование можно только после отключения его от сети.

15. Во время сварки следят за проводкой, чтобы она не скрутилась, это важное условие безопасности.

1.2. Практические задания на экзамен по МДК

Расшифровка марок сварочных материалов

1. Э55-МР-3 – 5,0 ЛГ
2. Э50 – УОНИ 13/45 – 4,0 – УМ
3. Э42 – ОЗС-2 – 3,0 – УС
4. Э50А – УОНИ 13/55 – 5,0 – УД
5. Э55А – ОЗС-11 – 5,0 – ТГ
6. Э42А – УОНИ -13/45 – 3,0 – ЛС
7. Э42А – УОНИ -13/45 – 4,0 -УД
8. Э42А – МР -3 – 3,0 - ЛД
9. Э70А – ОЗЛ-8 – 4,0 – ВС
10. Э42 – ОЗЧ -6 – 4,0 – НД

11. Э85 – УОНИ -13/85 – 3,0 – ЛС
12. ЭЧ-1 – ОЗА-2 – 6,0
13. Э50А – МР-3 – 4,0 – УГ.
14. ЭВЧ-1 - ЦЧ-4 – 6,0
15. Э46 – УОНИ -13/45 – 3,0 – УД
16. Э09Х2М1 – ОЗС -11 – 3,0 - ТС
17. Э50А – АНО -3 – 2,0 – ЛМ
18. Э16Г2ХМ – ЦН -14 – 6,0 – НС
19. Э12Х11НМФ – ОЗЛ -8 – 5,0 – ВД
20. Э70А - АНО-ТМ70 – 4,0 – ЛС
21. Э10Х5МФ - ЦЛ40 – 3,0 – ТД
22. Э50А – УОНИ -13/55 – 4,0 - ТД
23. Э-12Г4 – ОЗС -300 – 10,0 – НС
24. Э70 – АНЧ-2 – 3,0 – ВД

Эталоны ответов на практические задания

Расшифровка марок сварочных материалов

1. Э55-МР-3 – 5,0 ЛГ

Э – электроды, предназначенные для РДС;

55 – временное сопротивление (предел прочности) разрыву металла шва, кгс/мм²
(МПа);

МР-3 – марка электрода;

5,0 – диаметр электрода:

Л – для сварки легированных сталей;

Г – особо толстое покрытие электрода.

2. Э50 – УОНИ 13/45 – 4,0 – УМ

Э – электроды, предназначенные для РДС;

50 – временное сопротивление (предел прочности) разрыву металла шва, кгс/мм²
(МПа);

УОНИ 13/45 – марка электрода;

4,0 – диаметр электрода:

У – для сварки углеродистых и низколегированных сталей;

М - особо тонкое покрытие электрода.

3. Э42 – ОЗС-2 – 3,0 – УС

Э – электроды, предназначенные для РДС;

42 – временное сопротивление (предел прочности) разрыву металла шва, кгс/мм²
(МПа);

УОНИ 13/45 – марка электрода;

3,0 – диаметр электрода:

У – для сварки углеродистых и низколегированных сталей;

С - среднее покрытие электрода.

4. Э50А – УОНИ 13/55 – 5,0 – УД

Э – электроды, предназначенные для РДС;

50 – временное сопротивление (предел прочности) разрыву металла шва, кгс/мм²
(МПа);

А - с пониженным содержанием вредных примесей;

УОНИ 13/55 – марка электрода;

5,0 – диаметр электрода;

У – для сварки углеродистых и низколегированных сталей;

Д - толстое покрытие электрода.

5. Э55А – ОЗС-11 – 5,0 – ТГ

Э – электроды, предназначенные для РДС;

55 – временное сопротивление (предел прочности) разрыву металла шва, кгс/мм²

(МПа);

А - с пониженным содержанием вредных примесей;

ОЗС-11 – марка электрода;

5,0 – диаметр электрода;

Т – для сварки легированных теплоустойчивых сталей;

Г – особо толстое покрытие электрода.

6. Э42А – УОНИ -13/45 – 3,0 – ЛС

Э – электроды, предназначенные для РДС;

42 – временное сопротивление (предел прочности) разрыву металла шва, кгс/мм²

(МПа);

А - с пониженным содержанием вредных примесей;

УОНИ -13/45 – марка электрода;

3,0 – диаметр электрода;

Л – для сварки легированных сталей;

С - среднее покрытие электрода.

7. Э42А – УОНИ -13/45 – 4,0 -УД

Э – электроды, предназначенные для РДС;

42 – временное сопротивление (предел прочности) разрыву металла шва, кгс/мм²

(МПа);

А - с пониженным содержанием вредных примесей;

УОНИ -13/45 – марка электрода;

4,0 – диаметр электрода;

У – для сварки углеродистых и низколегированных сталей;

Д - толстое покрытие электрода.

8. Э42А – МР -3 – 3,0 - ЛД

Э – электроды, предназначенные для РДС;

42 – временное сопротивление (предел прочности) разрыву металла шва, кгс/мм²

(МПа);

А - с пониженным содержанием вредных примесей;

МР-3 – марка электрода;

3,0 – диаметр электрода;

Л – легированных сталей;

Д - толстое покрытие электрода.

9. Э70А – ОЗЛ-8 – 4,0 – ВС

Э – электроды, предназначенные для РДС;

70 – временное сопротивление (предел прочности) разрыву металла шва, кгс/мм²
(МПа);

А - с пониженным содержанием вредных примесей;

ОЗЛ -8 – марка электрода;

4,0 – диаметр электрода;

В – для сварки высоколегированных сталей;

С - среднее покрытие электрода.

10. Э42 – ОЗЧ -6 – 4,0 – НД

Э – электроды, предназначенные для РДС;

42 – временное сопротивление (предел прочности) разрыву металла шва, кгс/мм²
(МПа);

ОЗЧ -6 – марка электрода;

4,0 – диаметр электрода;

Н – для наплавки слоев с особыми свойствами;

Д - толстое покрытие электрода.

11. Э85 – УОНИ -13/85 – 3,0 – ЛС

Э – электроды, предназначенные для РДС;

85 – временное сопротивление (предел прочности) разрыву металла шва, кгс/мм²
(МПа);

УОНИ -13/85 – марка электрода;

3,0 – диаметр электрода;

Л – для сварки легированных сталей;

С - среднее покрытие электрода.

12. ЭЧ-1 – ОЗА-2 – 6,0

ЭЧ-1 электроды чугуновые для горячей сварки-наплавки;

ОЗА -2 – марка электрода;

12,0 – диаметр электрода.

13. Э50А – МР-3 – 4,0 – УГ.

Э – электроды, предназначенные для РДС;

50 – временное сопротивление (предел прочности) разрыву металла шва, кгс/мм²
(МПа);

А - с пониженным содержанием вредных примесей;

МР-3 – марка электрода;

4,0 – диаметр электрода;

У – для сварки углеродистых и низколегированных сталей;

Г – особо толстое покрытие электрода.

14. ЭВЧ-1 - ЦЧ-4 – 6,0

ЭВЧ -1 – электроды для высокопрочного чугуна для сварки – наплавки;

ЦЧ 4 – марка электрода;

10,0 диаметр электрода.

15. Э46 – УОНИ -13/45 – 3,0 – УД

Э – электроды, предназначенные для РДС;

46 – временное сопротивление (предел прочности) разрыву металла шва, кгс/мм²
(МПа);

УОНИ -13/45 – марка электрода;

3,0 – диаметр электрода;

У – для сварки углеродистых и низколегированных сталей;

Д - толстое покрытие электрода.

16. Э09Х2М1 – ОЗС -11 – 3,0 - ТС

Э – электроды, предназначенные для РДС

09 – содержание углерода, 0,09 %:

Х2 – содержание хрома, 2%;

М1 – содержание молибдена, 1%;

ОЗС 11 – марка электрода;

3,0 – диаметр электрода;

Т – для сварки легированных и теплоустойчивых сталей;

С – среднее покрытие электрода.

17. Э50А – АНО -3 – 2,0 – ЛМ

Э – электроды, предназначенные для РДС;

50 – временное сопротивление (предел прочности) разрыву металла шва, кгс/мм²
(МПа);

А - с пониженным содержанием вредных примесей;

МР-3 – марка электрода;

4,0 – диаметр электрода;

У – для сварки углеродистых и низколегированных сталей;

Г – особо толстое покрытие электрода.

18. Э16Г2ХМ – ЦН -14 – 6,0 – НС

Э – электроды, предназначенные для РДС

16 – содержание углерода, 0,16 %:

Г2 – содержание марганца, 2%;

Х – содержание хрома, 1%;

М – содержание молибдена, 1%;

ЦН -14 – марка электрода;

10,0 – диаметр электрода;

Н – для наплавки слоев с особыми свойствами;

С – среднее покрытие электрода.

19. Э12Х11НМФ – ОЗЛ -8 – 5,0 – ВД

Э – электроды, предназначенные для РДС

12 – содержание углерода, 0,12 %:

Х11 – содержание хрома, 11%;

Н – содержание никеля, 1%

М – содержание молибдена, 1%;

ОЗЛ 8 – марка электрода;

5,0 – диаметр электрода;

В – для сварки высоколегированных сталей;

Д – толстое покрытие электрода.

20. Э70А - АНО-ТМ70 – 4,0 – ЛС

Э – электроды, предназначенные для РДС;

70 – временное сопротивление (предел прочности) разрыву металла шва, кгс/мм² (МПа);

А - с пониженным содержанием вредных примесей;

АНО-ТМ70 – марка электрода;

4,0 – диаметр электрода;

Л – для сварки легированных сталей;

С – среднее покрытие электрода.

21. Э10Х5МФ - ЦЛ40 – 3,0 – ТД

Э – электроды, предназначенные для РДС

10 – содержание углерода, 0,10 %:

Х5 – содержание хрома, 5%;

М – содержание молибдена, 1%;

Ф – содержание ванадия, 1%;

ЦЛ-40 – марка электрода;

3,0 – диаметр электрода;

Т – для сварки легированных и теплоустойчивых сталей;

Д – толстое покрытие электрода.

22. Э50А – УОНИ -13/55 – 4,0 - ТД

Э – электроды, предназначенные для РДС;

50 – временное сопротивление (предел прочности) разрыву металла шва, кгс/мм² (МПа);

А - с пониженным содержанием вредных примесей;

УОНИ 13/55 – марка электрода;

4,0 – диаметр электрода;

Т – для сварки легированных и теплоустойчивых сталей;

Д – толстое покрытие электрода.

23. Э-12Г4 – ОЗС -300 – 10,0 – НС

Э – электроды, предназначенные для РДС

12 – содержание углерода, 0,12 %:

Г4 – содержание марганца, 4%;

Н – для наплавки слоев с особыми свойствами;

С - среднее покрытие электрода.

24. Э70 – АНЧ-2 – 3,0 – ВД

Э – электроды, предназначенные для РДС;

70 – временное сопротивление (предел прочности) разрыву металла шва, кгс/мм² (МПа);

АНЧ 2 – марка электрода;

3,0 – диаметр электрода;

В – для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами;

Д – толстое покрытие электрода.

4.Комплект билетов.

Оценка запланированных результатов по МДК

Результаты обучения (элементы)	Показатели оценки результата

У1- Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавка, резки) плавящимся покрытым электродам.	Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки, резки).
У2 - Настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавка, резки) плавящимся покрытым электродам.	Выполняет настройку сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки).
У3 - Выполнять сварку различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.	Подготавливает оборудование и выполняет сварку различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.
У4 - Владеть техникой дуговой резки металла.	Владеет техникой дуговой резки металла.
31 - Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродам, и обозначения их на чертежах.	Основные типы конструктивных элементов и размеры сварных соединений, основные обозначения на чертежах.
32 - Основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродам.	Классификацию групп и марок материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой.
33 - Сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродам.	Классификацию наплавочных материалов для ручной, дуговой сварки.
34 - Технику и технологию ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродам различных деталей и конструкций в пространственных положениях сварного шва.	Алгоритм технологического процесса ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом различных деталей и конструкций в пространственных положениях сварного шва.
35 - Основы дуговой резки.	Алгоритм дуговой резки.
36 - Причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при ручной дуговой сварке (наплавке, резке) плавящим.	Причины возникновения и способы устранения дефектов сварных швов.
ОК.1 Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес. ОК.2 Организовывать собственную деятельность,	Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей

исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем	профессии. Анализирует задачу профессии и выделять её составные части. Определяет возможные траектории профессиональной деятельности. Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника). 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. Участствует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.
ПК 2.1. Выполнять ручную дуговую сварку различных деталей из углеродистых и конструкционных сталей во всех пространственных положениях сварного шва.	Определяет основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой плавящимся покрытым электродом, и обозначение их на чертежах. Перечисляет основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой плавящимся покрытым электродом. Называет сварочные материалы для ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Объясняет технику и технологию ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом различных деталей и конструкций в пространственных положениях сварного шва. Проводит проверку оснащённости сварочного поста ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит проверку работоспособности и исправности оборудования поста ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит проверку наличия заземления сварочного поста ручной дуговой сварки

	плавящимся покрытым электродом. Проводит проверку сварочных материалов для ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит настройку оборудования ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом для выполнения сварки. Выполняет сварку различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.
ПК 2.2. Выполнять ручную дуговую сварку различных деталей из цветных металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва.	Определяет основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений из цветных металлов и сплавов, и обозначение их на чертежах. Называет сварочные материалы для ручной дуговой сварки цветных металлов и сплавов. Объясняет технику и технологию ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом различных деталей из цветных металлов и сплавов. Проводит проверку оснащённости сварочного поста ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит проверку работоспособности и исправности оборудования поста ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит проверку наличия заземления сварочного поста ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит проверку сварочных материалов для ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Проводит настройку оборудования ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом для выполнения сварки. Выполняет сварку различных деталей из цветных металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва
ПК 2.3. Выполнять ручную дуговую наплавку покрытыми электродами различных деталей.	Называет сварочные материалы для дуговой наплавки. Объясняет технику и технологию ручной дуговой наплавки. Проводит проверку оснащённости сварочного поста

	дуговой наплавки. Проводит проверку работоспособности и исправности оборудования поста дуговой наплавки. Проводит проверку наличия заземления сварочного поста. Проводит проверку сварочных материалов для дуговой наплавки покрытым электродом. Проводит настройку оборудования дуговой наплавки покрытым электродом. Владеет техникой дуговой наплавки металла.
ПК 2.4. Выполнять дуговую резку различных деталей.	Называет сварочные материалы для дуговой резки металлов. Объясняет технику и технологию дуговой резки. Проводит проверку оснащённости сварочного поста дуговой резки. Проводит проверку работоспособности и исправности оборудования поста дуговой резки. Проводит проверку наличия заземления сварочного поста. Проводит проверку сварочных материалов для дуговой резки покрытым электродом. Проводит настройку оборудования дуговой резки покрытым электродом.

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 02.01 Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами 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. Сущность и классификация процесса сварки. 2. Дуговой сварки меди и ее сплавов: свойства меди, затрудняющие сварку, влияние примесей. 3. Расшифровать Э55- МР-3 – 5,0 ЛГ.		

Критерии оценки ответов, обучающихся:

«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.

«4» (хорошо) – если студент полно освоил учебный материал, владеет научнопонятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет теоретические знания на практике, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.

«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.

«2» (неудовлетворительно) – если студент имеет разрозненные, бессистемные знания, допускает ошибки в определении базовых понятий, искажает их смысл; не может практически применять теоретические знания.

5. Экзаменационная ведомость.

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.03 Ручная дуговая сварка (наплавка) неплавящимся электродом
в защитном газе*

подготовки квалифицированных рабочих, служащих

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

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 «Ручная дуговая сварка (наплавка) неплавящимся электродом в защитном газе».

Разработчики: Гаврикова Елена Юрьевна

Организация-разработчик: КГА ПОУ «ДИТК»

Разработчики: Гаврикова Елена Юрьевна, преподаватель

ОДОБРЕН

цикловой методической комиссией

Протокол № 1

от «30» августа 2023 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.03. «Ручная дуговая сварка (наплавка) неплавящимся электродом в защитном газе» 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 и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе, и обозначение их на чертежах;
 - основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе;
 - сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе;
 - устройство сварочного и вспомогательного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения;
 - основные типы и устройства для возбуждения и стабилизации сварочной дуги (сварочные осцилляторы);
 - правила эксплуатации газовых баллонов;
 - техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе для сварки различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва;
- причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при ручной дуговой сварке (наплавке) неплавящимся электродом в защитном газе.

Обучающийся должен уметь:

- проверять работоспособность и исправность оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе;
- настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе;
- выполнять ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе различных деталей и конструкций во всех пространственных;

Обучающийся должен иметь практический опыт:

- проверки оснащённости сварочного поста ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе;
- проверки оснащённости сварочного поста ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе;
- проверки работоспособности и исправности оборудования поста ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе;
- проверки наличия заземления сварочного поста ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе;

- подготовки и проверки сварочных материалов для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе;
 - настройки оборудования ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе для выполнения сварки;
- ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе различных деталей и конструкций;

Формируемые ОК:

Код	Наименование общих компетенций
ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем

Формируемые ПК:

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ВД 1	основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе, и обозначение их на чертежах;
ПК 3.1.	основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе;
ПК 3.2.	сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе;
ПК 3.3.	устройство сварочного и вспомогательного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения

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:

Оценка запланированных результатов по ПМ

Результаты обучения (элементы/коды компетенций)	Показатели оценки результата (наименование трудового действия)
МДК 03.01. «Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе»	
У1-- Проверять работоспособность и исправность оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе.	Правильно подбирает инструмент и оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования
У2 - Настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе	Выполняет ручную дуговую сварку различных деталей из углеродистых и конструкционных сталей во всех пространственных положениях сварного шва.

У3 - Выполнять ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях.	
31- Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе, и обозначение их на чертежах 32 - Основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе. 33 - Сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе 34 - Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения 35 - Основные типы и устройства для возбуждения и стабилизации сварочной дуги (сварочные осцилляторы) 36 - Правила эксплуатации газовых баллонов 37- Технику и технологию ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе для сварки различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.	Читает чертежи, схемы, технологические карты, знает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе, и обозначение их на чертежах Знает основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе Знает сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки,) неплавящимся электродом в защитном газе Знает устройство сварочного и вспомогательного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения Знает основные типы и устройства для возбуждения и стабилизации сварочной дуги (сварочные осцилляторы) Знает правила эксплуатации газовых баллонов Знает и выполняет ручной дуговой сваркой неплавящимся электродом в защитном газе различные детали и конструкции в различных пространственных положениях сварного шва Знает причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при ручной дуговой сварке (наплавке) неплавящимся электродом в защитном газе.

38- Причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при ручной дуговой сварке (наплавке) неплавящимся электродом в защитном газе.	
ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии.
ПК 3.1 Основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе	Перечисляет основные группы и марки материалов, сварки (наплавки) неплавящимся электродом. Осуществляет подбор сварочных материалов для сварки (наплавки) неплавящимся электродом. Объясняет устройство сварочного и вспомогательного оборудования для сварки (наплавки) неплавящимся электродом, назначение и условия работы контрольно измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения. Выполняет технологию сварки (наплавки) неплавящимся электродом сталей во всех пространственных положениях сварного шва. Излагает этапы проведения предварительного и сопутствующего (межслойного) подогрева металла. Объясняет причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых изделиях. Анализирует причины возникновения дефектов сварных швов при сварке (наплавки) неплавящимся электродом сталей, и устраняет их.
ПК 3.2 Сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе	Перечисляет основные группы и марки цветных металлов и сплавов, сварки (наплавки) неплавящимся электродом Осуществляет подбор сварочных материалов для сварки (наплавки) неплавящимся электродом из цветных металлов и сплавов. Объясняет устройство сварочного и вспомогательного оборудования для сварки

	(наплавки) неплавящимся электродом, назначение и условия работы контрольно измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения. Осуществляет настройку оборудования для сварки (наплавки) неплавящимся электродом. Выполняет технологию сварки (наплавки) неплавящимся электродом из цветных металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва. Излагает этапы проведения предварительного и сопутствующего (межслойного) подогрева металла. Объясняет причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых изделиях. Анализирует причины возникновения дефектов сварных швов при сварке (наплавке) неплавящимся электродом из цветных металлов и сплавов, и устраняет их.
ПК 3.3 Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения	Осуществляет подбор наплавочных материалов для сварки (наплавки) неплавящимся электродом. Объясняет этапы подготовки и проверки сварочных материалов для сварки (наплавки) неплавящимся электродом. Выполняет проверку оснащённости сварочного поста сварки (наплавки) неплавящимся электродом. Осуществляет проверку работоспособности и исправности оборудования поста сварки (наплавки) неплавящимся электродом. Выполняет сварку (наплавку) неплавящимся электродом различных деталей. Объясняет причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в наплавляемых изделиях.

3.КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ

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: комплект плакатов, макеты сварочного оборудования.

4. Технические средства обучения:

5. Информационные источники, допустимые к использованию на экзамене: не допускаются

6. Требования охраны труда: выполнение норм санитарного законодательства.

3. Пакет экзаменатора:

3.1. Перечень тем выносимых на экзамен:

1. Оборудование сварочного поста для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе.

2. Технология ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе углеродистых и легированных сталей, цветных металлов и их сплавов

3.2. Перечень вопросов, выносимых на экзамен

1. Сущность ручной аргонодуговой сварки. Преимущества и недостатки.

2. Оборудование для аргонодуговой сварки.

3. Источники питания, применяемые для РАД: назначение, классификация, технические характеристики, основные требования к источникам питания для РАД.

4. Вспомогательное оборудование и аппаратура для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе.

5. Инструменты и принадлежности сварщика для выполнения РАД.

6. Этапы сварки аргоном.

7. Устройство и принцип работы горелок для ручной аргонодуговой сварки.

8. Конструкция и принцип работы аппарата для аргонодуговой сварки переменным и постоянным током

9. Конструкция и принцип работы осциллятора для ручной аргонодуговой сварки.

10. Назначение газового редуктора.

11. Назначение и выбор газового сопла.

12. Назначение газовых линз.

13. Сварочные материалы для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе.

14. Защитные газы, применяемые для РАД.

15. Вольфрамовые неплавящиеся электроды, применяемые для РАД.

16. Присадочные материалы применяемые для РАД.

17. Вольт - амперная характеристика ручной дуговой сварке неплавящимся электродом в среде защитных газов.

18. Подготовка поверхностей изделий из углеродистых сталей, конструкционных и легированных сталей, цветных металлов и их сплавов под аргоновую сварку.

19. Подготовка кромок для сварных соединений, выполняемых РАД.

20. Параметры режима аргоновой сварки углеродистых, конструкционных и легированных сталей, цветных металлов и их сплавов.

21. Способы зажигания дуги в РАД.

22. Особенности техники и технологии РАД различных конструкций из углеродистой, конструкционной и легированной стали.

23. Особенности техники и технологии РАД различных конструкций из цветных металлов и их сплавов.

24. Сварка алюминия и его сплавов.

25. Сварка меди и её сплавов.

26. Дефекты сварных швов конструкций выполненных РАД, способы их предупреждения и устранения

27. Техника безопасности при аргоновой сварке.

28. Правила эксплуатации баллонов с защитными газами.

Эталоны ответов на вопросы

1. Сущность ручной аргонодуговой сварки. Преимущества и недостатки.

Сущность процесса ручной дуговой сварки неплавящимся электродом в защитных газах (TIG/WIG): кромки свариваемого изделия и присадочного металла расплавляются дугой, горящей между неплавящимся электродом и изделием. Дуга, сварочная ванна, торец присадочной проволоки и кристаллизующийся шов защищены от воздействия воздуха газом, подаваемым в зону сварки горелкой.

Аргонодуговая сварка применяется в тех случаях, когда необходимо сварить 2 материала, которые не соединяются обычным видом сварки, такие как медь, титан, алюминий, нержавеющей стали, циркония и других неферромагнитных металлов. При использовании данного типа сварки можно получить сварные швы достаточно высокого качества.

Аргоновая сварка – это процесс соединения металлических изделий в среде инертного газа аргона. В ходе сварки этот газ подается в зону расплава и вытесняет воздух за счет большей удельной плотности. В то же время аргон мало реагирует с металлами, поэтому в процессе работы не образуется шлака. В результате обеспечивается надежная защита сварочной ванны от внешней среды.

Данный метод сварки является достаточно сложным, так как требует высокой квалификации сварщика. Ручная аргонодуговая сварка выполняется двумя руками: одной рукой держится сварочная горелка, другой подается прутки в зону сварки.

При сварке главное поддерживать короткую дугу, при этом не допускать контакта между электродом и заготовками.

К преимуществам относятся:

- Малая зона нагрева, благодаря которой свариваемые изделия испытывают минимальную деформацию;
- Аргон относится к инертным газам и его плотность выше плотности воздуха - это обеспечивает максимальную защиту зоны сваривания;
- Высокая тепловая мощность дуги позволяет проводить сварку за короткий промежуток времени;
- Нет трудозатрат на обработку шва после сварки;
- Возможность сварить материалы, которые невозможно сварить другими видами сварки.

Недостатками аргонодуговой сварки являются:

- Сложности при сварке на улице при ветренной погоде. Ветер выдувает аргон из зоны сварки. Для обеспечения защиты необходимо обеспечивать ветрозащиту, либо увеличивать поток аргона;
- Перед сварки материалы должны пройти более качественную подготовку;
- При розжиге вне зоны сварки появляется след, который необходимо зачистить;
- Сварка материалов под острым углом не очень удобна из-за конструкции горелки.

2. Оборудование для аргонодуговой сварки.

Сварочное оборудование подразделяется на универсальное, специальное и специализированное. Универсальный сварочный аппарат аргонно дуговой сварки выпускается серийно и является наиболее широко востребованным. Аргонная сварка в большинстве случаев выполняется в производственных условиях на специально оснащем рабочем месте, которое именуется «сварочный пост». Установка аргонно дуговой сварки с использованием неплавящегося вольфрамового электрода в среде аргона

оборудована следующими элементами:

- источником сварочного тока — постоянного и/или переменного;
- горелкой или их комплектом, предназначенным для работы на разных токах;
- устройством, обеспечивающим первоначальное возбуждение дуги или стабилизирующим дугу переменного тока;
- аппаратурой, которая управляет сварочным циклом и его защитой;
- устройством для компенсации или регулирования постоянной составляющей тока.

3. Источники питания, применяемые для РАД: назначение, классификация, технические характеристики, основные требования к источникам питания для РАД.

В качестве источника питания (ИП) в установках для аргонодуговой сварки применяют выпрямители с падающими или крутопадающими вольтамперными характеристиками. Для формирования тока сварки в выпрямителях используются трансформаторы с нормальным или повышенным регулируемым магнитным рассеянием и трансформаторы, управляемые посредством неподвижного магнитного шунта; выпрямительные блоки — мостовые двухфазные или шестифазные с транзисторным или тиристорным регулированием тока). Такие схемы построения ИП дают возможность более точной настройки режима сварки, что очень важно из-за затрудненного теплоотвода с боковых поверхностей вольфрамового электрода и ограничения плотности тока, определяющей стойкость вольфрамового электрода.

Обычно в одном корпусе с источником питания размещаются система охлаждения сварочной горелки (встроенный водоохладитель при жидкостной системе охлаждения) и электронные схемы системы управления сварочным процессом, включающие осцилляторы (возбудители дуги), устройства подавления постоянной составляющей тока (используются в установках переменного тока), генераторы импульсов, устройства заварки кратера (блоки формирования спада тока), фильтры и т. д.

Требования к источнику питания определяются родом сварочного тока (постоянный, переменный) и характером его модуляции (непрерывный, импульсный униполярный, импульсный разнополярный, высокочастотный), которые в свою очередь зависят от марки и толщины свариваемого металла.

4. Вспомогательное оборудование и аппаратура для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе

Осцилляторы и возбудители используются для начального зажигания дуги без короткого замыкания электрода на изделие. Они представляют собой источники высокого напряжения и высокой частоты, способные вызывать искровой разряд между электродом и деталью.

Для пробоя межэлектродного промежутка длиной 1 мм в воздухе требуется напряжение около 1 — 3 кВ, в аргоне напряжение пробоя снижается. Серийные осцилляторы и возбудители изготавливаются на напряжение 2 — 20 кВ. Ток разряда достигает 1 — 10 А, а его энергия 0,05 — 1 Дж. Пробой межэлектродного промежутка приводит к его ионизации, благодаря чему возникает дуга от основного источника.

Частота разряда у серийных осцилляторов и возбудителей составляет 100 — 1000 кГц. При такой частоте высокое напряжение безопасно для сварщика, поскольку высокочастотный ток протекает по поверхностным участкам тела и поэтому не вызывает электролиза крови и не повреждает жизненно важных органов. Различают поджигающие устройства непрерывного действия (осцилляторы) и импульсные (возбудители). С основным источником они могут включаться последовательно и параллельно.

5. Инструменты и принадлежности сварщика для выполнения РАД

При аргонодуговой сварке используют основной и вспомогательный рабочий инструмент, а также индивидуальные защитные средства. Основным инструментом является горелка для аргонодуговой сварки, сварочные провода, шланги для подвода аргона, газовый редуктор.

Вспомогательным инструментом сварщика является:

- Металлическая щетка
- Зубило
- Молоток слесарный
- Клеймо
- Набор шаблона для контроля правильности сборки и проверки размеров швов

Индивидуальные средства защиты сварщика:

- Брезентовый костюм
- Рукавицы (перчатки для аргонодуговой сварки)
- Ботинки сварщика
- Сварочные маски, щитки.

6. Этапы сварки аргоном

Алгоритм выполнения работ.

- Очистите поверхность заготовки от загрязнений при помощи специального инструмента, а затем подсоедините к обрабатываемой детали провод массы аналогично тому, как это делается при дуговой сварке.
- Подключите горелку к сварочному аппарату и баллону. Свободной рукой возьмите присадочную проволоку. Мощность тока выбирается в зависимости от толщины свариваемых заготовок по специальной таблице либо подбирается опытным методом.
- Установите оптимальный режим сварки. Основные стали и сплавы варятся при прямой полярности и постоянном токе. Цветные металлы свариваются переменным током при обратной полярности, что позволяет разрушить оксидную пленку. Отметим, что постоянный ток позволяет более равномерно прогревать соединяемые заготовки, избегая перегрева проволоки.
- В начале работ откройте баллон с аргоном на 20 секунд. После этого приблизьте сопло к плоскости металла, но не касайтесь ее, до электрода должен оставаться зазор около 2 мм. Между деталью и электродом инициируется электрическая дуга, обеспечивающая проплавление кромок и присадочного материала. Если сварка выполняется путем расплавления кромок деталей, то присадочная проволока не нужна. Направленный поток аргона вытесняет кислород из сварочной ванны, предотвращая бурление углерода.

При выполнении сварки тугоплавким электродом дугу нельзя поджигать касанием стержня о металл. Это вызовет загрязнение электрода, кроме того, не получится эффективно ионизировать зазор между ним и плоскостью детали.

- Движение горелки должно быть направлено вдоль шва, поперечные колебания не делаются. Проволока должна подаваться постепенно и находиться перед соплом. Не делайте резких движений, иначе могут появиться брызги металла.

Для получения прочного и аккуратного шва необходимо выдерживать постоянное расстояние от горелки до плоскости материала. Электрод необходимо держать как можно ближе к поверхности заготовки. Чем короче дуга, тем лучше проплавляется металл.

При длинной дуге снижается качество соединения, ухудшается его прочность и эстетический вид. При правильном выполнении операции соединение имеет постоянную ширину по всей длине, шов приобретает чешуйчатую поверхность.

По окончании сварки газ не закрывают еще в течение 7-10 секунд. Это позволяет продуть сопло горелки.

7. Устройство и принцип работы горелок для ручной аргонодуговой сварки.

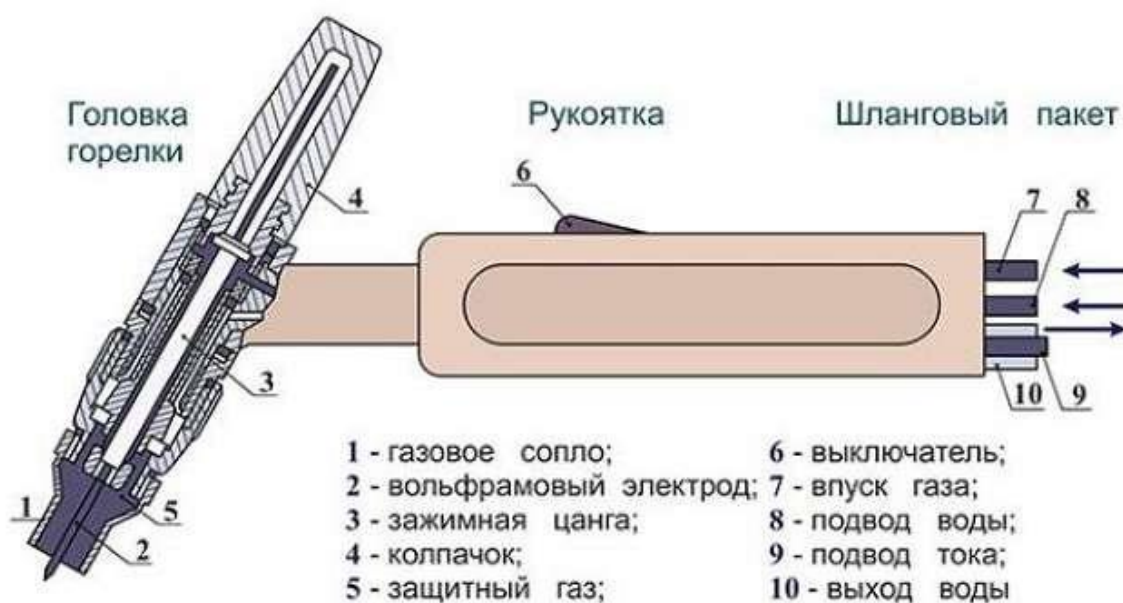
В ходе работ сварщики используют не только присадочные прутки, но специальные вольфрамовые электроды, которые практически не правятся. Именно для их фиксации и необходима аргонодуговая горелка. Крайне рекомендуется, чтобы она имела относительно небольшой вес, поворотную головку и выдерживала заявленный производителем уровень нагрузки.

Сварочная аргоновая горелка служит и отвечает за проходимость электрического тока во время сварки электродом. Она образует сварочное пламя, благодаря которому металл нагревается и расплавляется. Именно благодаря аргоновой сварке, а соответственно и аргоновой горелке, швы получаются красивыми, ровными и прочными.

Виды ТИГ горелок

Условно все существующие горелки для сварки в среде защитных газов можно разделить на несколько основных типов. Так, например, ориентируясь на тип охлаждения, выделяют два вида:

- ТИГ горелки с воздушным охлаждением. В таких устройствах отсутствуют дополнительные элементы, отвечающие за отвод температуры. Распределение тепла происходит естественным образом. Это значит, что пользователю не придется подключать вспомогательное оборудование для обеспечения подачи охлаждающей жидкости, что очень удобно. Но существует один нюанс. Такие горелки тиг с воздушным охлаждением категорически не подходят для работы на высоких токах. Опытные мастера рекомендуют использовать их при сварке до 200 А, в противном случае лучше отдать предпочтение устройству другого типа.
- Аргонодуговые горелки с водяным охлаждением. Эта разновидность идеальна для работы с большими токами. За отвод температуры здесь отвечает специальная система, подводящая к корпусу жидкость, а точнее воду. СОЖ движется по специальным шлангам. Горелки тиг с водяным охлаждением без проблем могут быть использованы для работы с длинными швами на токах от 250 до 600 А.



Представленная выше классификация наиболее популярна, но она не единственная. Нередко разделяют по видам аргонодуговые горелки не только по типу охлаждения, но и

опираясь на особенности строения. В зависимости от типа управления выделяют еще 3 вида устройств:

- Tig горелка с вентилем. Считается самым простым, базовым вариантом. Для обеспечения подачи газа специалисту достаточно немного открутить специальный вентиль. Такая регулировка проста в своей реализации, а значит и реже подвержена поломкам. Вентильная горелка tig плохо подходит для сварки алюминия. Так что, если перед вами стоит такая задача, то лучше присмотреться к другой модели.
- Tig горелка с кнопкой. Это более совершенный и практичный вариант. Обычно небольшой кнопочный переключатель на корпусе может иметь сразу несколько положений, отвечающих за различные параметры. Так, одним нажатием, пользователь может обеспечить подачу газа, отрегулировать силу тока или даже разжечь дугу. Кнопочные устройства проще и удобнее в использовании, помогают обеспечить отличное качество выполняемых работ, хорошо подходят новичкам.
- Комбинированные tig горелки. Имеют и вентиль, и кнопку. Если у вас мало опыта, то такую модель лучше не покупать, так справиться с ней будет тяжело. А вот мастера с большим стажем работы уже давно оценили их по достоинству и активно используют.

Достаточно часто горелки тиг для инвертора делят на категории еще и в соответствии с типом корпуса. Так, в магазинах вы можете увидеть сразу два типа устройств: гибкие и негибкие. У каждого специалиста свои предпочтения, популярны горелки с различными гусками, это просто вопрос удобства и разновидности выполняемых задач.

8. Конструкция и принцип работы аппарата для аргонодуговой сварки переменным и постоянным током

Для выполнения аргонодуговой сварки используются специальные сварочные аппараты, в которых объединены элементы конструкции электродуговых и газовых сварочных устройств.

Аппараты, с помощью которых выполняется аргонодуговая сварка, могут быть нескольких типов: *универсальные, специализированные и специальные*. Наиболее распространенным из-за своей высокой функциональности является сварочное оборудование *универсального типа*. Используя его, можно одинаково успешно выполнять аргонную сварку как в производственных, так и в домашних условиях. В отличие от универсальных аппаратов, *специальные и специализированные* используются для выполнения сварочных работ только в производственных условиях.

Адаптер, предназначенный для проведения сварки вольфрамовым электродом и используемый в паре с выпрямителем.

Аргонодуговое оборудование, относящееся к категории универсального, состоит из следующих обязательных элементов:

- сварочной горелки (лучше иметь набор таких горелок с разными параметрами);
- устройства, с помощью которого выполняется регулировка или компенсация постоянной составляющей сварочного тока;
- источника постоянного (DC) или переменного (AC) тока (нередко используются аппараты, в которых есть оба таких источника);
- устройства, при помощи которого обеспечивается управление циклом сварки и его защита;
- устройства, отвечающего за быстрое зажигание сварочной дуги, а также ее стабилизацию в процессе дальнейшего горения.

Универсальные аппараты часто оснащают дополнительными модулями, позволяющими повысить эффективность выполнения сварочных работ, значительно улучшить качество и надежность формируемых соединений. Добиться таких результатов позволяют, в частности, следующие передовые методики:

- предварительный прогрев сварочной проволоки перед началом выполнения работ;
- применение устройств, вырабатывающих пульсирующий сварочный ток (использование пульсирующего тока минимизирует деформации в готовом соединении, дает возможность качественно проплавлять металл при выполнении работ в любых пространственных положениях);
- выполнение аргонодуговой сварки с использованием одновременно нескольких электродов из вольфрама (целесообразно применение такой методики в том случае, если сварка выполняется на высоких скоростях и необходимо сформировать качественные сварные швы без подреза).

Самыми популярными универсальными сварочными аппаратами, используемыми для выполнения работ в защитной среде аргона, являются инверторы.

- Инверторы – это мобильные устройства, поскольку они обладают небольшими габаритами и относительно легким весом.
- Эти аппараты просты в эксплуатации и обслуживании. Для того чтобы запустить работу такого устройства и включить подачу аргона в зону выполнения сварочных работ, достаточно нажатия одной кнопки.
- Сварной шов, формируемый при помощи аргонодугового аппарата, получается не только качественным и надежным, но и очень аккуратным. Благодаря этому использовать инверторы можно даже в тех случаях, когда к внешнему виду сварного шва предъявляются повышенные требования.
- По сравнению со сварочными аппаратами других типов инверторы потребляют меньше энергии.
- Сварочную дугу при помощи таких устройств можно зажигать как контактным, так и бесконтактным способом.
- Использование такого аргонодугового оборудования дает возможность выполнять качественные соединения даже тонкостенных деталей.
- В конструкцию инвертора встроена электрическая схема, отвечающая за стабилизацию сварочного тока, что исключает незапланированные затухания электрической дуги в процессе выполнения работ.
- Работы, выполняемые с использованием инвертора, отличаются высокой производительностью.
- Использование такого оборудования отличается высокой безопасностью, так как имеющийся в его конструкции вентилятор позволяет эффективно выводить из зоны сварки вредные летучие соединения.

9. Конструкция и принцип работы осциллятора для ручной аргонодуговой сварки.

Когда сварщику предстоит работа с высоколегированной сталью, он выбирает постоянный ток и электроды с соответствующим покрытием. Для нержавеющей стали подходит вольфрамовый расходник. Алюминий сваривают аппаратом переменного тока. Материалы могут меняться в зависимости от условий работы и состава металла. Стабильным остается только один фактор: необходимость розжига дуги. Зачастую сделать это непросто, поскольку многие металлы покрываются слоем защитной пленки, которая препятствует

контакту между электродом и стыком. Для решения проблем розжига электрической дуги разработали специальное устройство.

Розжиг электродуги

Для работы с электродуговой сваркой требуются навыки. И речь идет не только о самом процессе формирования шва. Уже на начальном подготовительном этапе нужно иметь некоторый опыт, чтобы подготовить устройство к работе и, как минимум, разжечь электрическую дугу. Она генерируется в результате взаимодействия противоположных полюсов электрической цепи. Одним из них выступает электрод, а другим – поверхность, а точнее сказать стык двух заготовок.

Воздух является отличным изолятором. К примеру, чтобы электрический разряд смог пробить воздушную «подушку» толщиной 1 сантиметр, потребуется разница потенциалов между катодом и анодом в 30 тысяч вольт. Такое не под силу даже наиболее совершенным и навороченным инверторам. Поэтому единственно приемлемым вариантом розжига электрической дуги остается плотный контакт с последующим умеренным удалением электрода от рабочей поверхности.

Подобные манипуляции совершить «с ходу» не получится. Требуется хотя бы немного попрактиковаться. Даже опытные сварщики не дают гарантии, что дугу удастся поджечь с первого раза. Существует много объективных (и субъективных тоже) факторов, которые влияют на результат. Учесть их и предвидеть все очень непросто.

Часто сварщик выполняет серию постукиваний электродом о металл, пытаясь разрушить образовавшийся во время работы слой окисла. Чаще всего подобные трудности возникают при работе с заготовками из цветных металлов. Учитывая то, что для работы с цветметом необходим ток малой силы, то становится очевидным тот факт, что генерировать стабильную электрическую дугу становится сложнее.

Избежать проблем с розжигом дуги позволяет специальное устройство, которое называется *осциллятором*. Оно применяется как дополнительное устройство источника питания при аргонодуговой сварке. Но использовать его могут только опытные специалисты. Необходимо знать тонкости подключения и эксплуатации оборудования.

Что такое осциллятор

Осциллятор – это генератор, вырабатывающий высокочастотный ток, связывающий анод и катод при сварке без контакта между ними. В рабочую схему данная установка подключается между держателем и источником напряжения сварочного аппарата. Существуют варианты, которые интегрируются в сборку оборудования для сварки металла. Осцилляторы функционируют по таким схемам:

- генерируют короткий импульс, который способен возбудить сварочную дугу без физического контакта анода и катода. Со стороны это будет выглядеть как разряд небольшой молнии, которая перемещается по направлению от электрода к рабочей поверхности. После достижения поверхности заготовок (при условии, что масса подключена) устанавливается устойчивый контакт в виде электрической дуги. Импульс носит кратковременный характер и затухает сразу же после розжига дуги;
- постоянно поддерживать высокое напряжение, которое фактически накладывается на сварочный ток. Благодаря этому сохраняется стабильность сварочной дуги и непрерывно выполняется сварка деталей.

Устройство

Благодаря подключению осциллятора в схему работы сварочных аппаратов обеспечивается дистанционный розжиг дуги. Ее стабильность поддерживается на протяжении всего

процесса сварки. Она остается статичной величиной даже при изменяющемся расстоянии между расходным материалом и рабочей поверхностью. Большинство осцилляторов обладают схожим устройством и состоят из таких узлов:

- выпрямитель;
- источник питания;
- блок конденсаторов для накопления заряда;
- блок управления;
- узел с разрядником и колебательным контуром, предназначенный для генерации импульса;
- повышающий трансформатор;
- датчик напряжения;
- газовый клапан (в аргонодуговых инверторах).

Принцип работы

Включение осциллятора в комплект оборудования сварщика дает возможность разжигать дугу бесконтактно. Это не только заметно облегчает работу сварщика, но плюс к этому экономит его время и обеспечивает стабильность работы оборудования. В большинстве случаев такие установки применяются как обособленные элементы, но иногда встречаются сварочные аппараты с интегрированными осцилляторами. То есть источник тока и сам прибор заключены в одном корпусе.

Основная задача устройства генерирования высокочастотного импульса заключается в том, чтобы изменить характеристики входящего напряжения. Повышается частота, напряжение и уменьшается длительность импульса. Его длительность не превышает одной секунды. Схема работает по такому принципу (на примере аргонодугового инвертора):

1. После нажатия расположенной на горелке кнопки замыкается электрическая цепь.
2. На входе находится выпрямитель, который делает ток однонаправленным.
3. В конденсаторах накапливается напряжение, которое необходимо для генерации разряда.
4. Освобожденный ток поступает на контур, который состоит из конденсатора и катушки индуктивности. Он отвечает за формирование определенного числа колебаний.
5. Ток проходит по обмотке первичного, а затем вторичного контура повышающего трансформатора. В этот момент повышается вольтаж.
6. Освобождается импульс.
7. Параллельно открывается газовый клапан.
8. В результате импульса образуется разряд, который замыкает цепь между электродом и поверхностью свариваемых деталей. Важно, чтобы до этого кабель массы был подключен.
9. После того, как по мостику из разряда начинает протекать сварочный ток, импульс затухает. Сварочный аппарат работает в штатном режиме согласно предварительно выставленным настройкам.
10. Когда электрод удаляется от поверхности металла и сварочная дуга гаснет, осциллятор в течении 4 секунд продувает горелку аргоном.

Для чего применяется

Осцилляторы чаще всего применяются при сваривании цветных металлов. Когда возникает необходимость в соединении меди, алюминия или нержавеющей стали, устройство позволяет быстро возбудить электрическую дугу, избежав утомительного чирканья электродом о поверхность заготовок.

Устройство очень удобно применять, когда требуется точно положить шов. Специалист подводит вольфрамовый наконечник до края стыка, после чего требуется нажать кнопку возбуждения электрической дуги и опустить маску. Благодаря осциллятору шов будет

одинаковым как вначале, так и посередине стыка. Помимо этого, не потребуется постобработка от следов прикосновения электрода, которые обязательно образовались бы в процессе розжига дуги. Оборудование устанавливается на аппараты плазменной резки и дает возможность сразу начать разделывание металла.

Еще используется осциллятор при работе с тонколистовым металлом. Чтобы заготовки не прожигались, сварщики выставляют на инверторах низкое значение тока. Помимо того, что с такими параметрами разжечь дугу сложно, так она еще и гаснет при малейшем отклонении электрода от сварочной ванны. Подключение осциллятора в схему позволяет упростить работу, получить на выходе стабильную дугу и ее бесперебойный розжиг вначале.

Разновидности

Использовать осциллятор можно по-разному в зависимости от вида работ и типа устройства. Общим для всех вариантов оборудования является необходимость преобразования тока до значений в 3000-5000 В и повышение частоты до 150-500 КГц. Основное отличие состоит в продолжительности высокочастотного импульса. По принципу работы устройства бывают двух видов.

Непрерывного действия

Особенность заключается в том, что высокочастотный и сварочный токи суммируются. Дуга поджигается бесконтактным способом. Дуга остается стабильной даже при небольших показателях силы тока. Поражение специалиста электрическим разрядом, а также разбрызгивание расплава исключены. Неважен способ подключения оборудования в схему – параллельный или последовательный.

При последовательном подключении устройство присоединяется к кабелю, подающему напряжение на электрод. Такой вариант включения осциллятора является наиболее востребованным, поскольку наиболее эффективно используются его возможности. Не расходуется энергия на защиту от высокого напряжения. Модели непрерывного действия часто устанавливаются на трансформаторы и инверторы для работы с электродами покрытого типа.

Импульсные

Подключается параллельно и применяется тогда, когда сварочные работы выполняются переменным током. Оборудование должно очень быстро реагировать на смену полярности и именно в этом состоит основная сложность. В таких условиях поддержать дугу, обеспечить стабильность можно только при помощи импульсного высокочастотного тока. Если к сварочному аппарату на переменном токе подключить осциллятор непрерывного действия, то сварочная дуга зажжется без проблем. Но только первый раз. Повторно ее инициировать будет невозможно. Проще говоря устройство сможет выполнить свои функции только частично.

Конденсаторы в схеме необходимы для того, чтобы с максимальной эффективностью и в полном объеме задействовать функционал оборудования. Они копят заряд, который нужен для повторных импульсов – розжига угасшей в процессе формирования сварного шва дуги. Это неизбежно случается каждый раз, когда сварщик отклоняет электрод от сварочной ванны на большое расстояние, разрывающее протекание электрического разряда. Не обойтись в такой установке без обратной связи. Поэтому предусмотрена управляющая схема, которая синхронизирует разряд конденсатора.

10. Назначение газового редуктора.

Сварочный редуктор – прибор, снижающий давление газа, поступающего в зону сварки. Он состоит из камеры высокого давления и редуцирующего клапана, который контролирует рабочее давление в зависимости от силы пружины. Редукторы бывают прямого и обратного действия и имеют разные цвета корпуса (кислородные, ацетиленовые, пропановые).

Они используются в процессе сварки для контроля и регулирования расхода защитного газа, такого как аргон, гелий или углекислый газ. Они обеспечивают стабильность подачи газа и предотвращают колебания давления, которые могут негативно сказаться на качестве сварного шва.

Редукторы также помогают экономить газ, так как позволяют точно настроить его расход. Это особенно важно при работе с дорогостоящими защитными газами, такими как аргон.

Сварочные редукторы обычно имеют два манометра: один показывает давление на входе, а другой — давление на выходе. Также они оснащены регулятором для настройки выходного давления.

Сварочный редуктор – это прибор, предназначенный для понижения газового давления и обеспечения стабильного рабочего давления в процессе сварки. Он включает в себя корпус, клапан, седло, демпфирующую камеру, металлическую мембрану, пружину настройки, а также входной и выходной штуцеры для подключения к источнику газа и горелке.

В корпусе также находятся входной и выходной штуцеры для подключения к источнику газа и горелке соответственно.

Принцип работы основан на дросселировании газа через зазор между седлом и клапаном.

Регулировка рабочего давления осуществляется за счёт изменения размера этого зазора.

При уменьшении зазора давление увеличивается, и наоборот.

Некоторые редукторы также имеют предохранительный клапан, который срабатывает при превышении установленного рабочего давления. Это позволяет предотвратить возможные аварии и повреждения оборудования.

Характеристики устройств

- Тип работы: прямой или обратный.
- Назначение: для баллонов, рамп или сетей.
- Материал корпуса: латунь или сталь.
- Пропускная способность: низкая, средняя или высокая.
- Дополнительные функции: манометр, два манометра, фильтр и возможность установки ротаметра.

Виды сварочных редукторов

По принципу действия:

- *Прямого действия*: давление газа снижается за счёт уменьшения сечения клапана. Редуктор прямого действия использует принцип дросселирования для регулирования расхода газа из баллона. Он имеет падающую характеристику, то есть давление немного уменьшается при увеличении расхода газа. Оборудование состоит из камеры высокого давления, редуцирующего клапана, мембраны и камеры низкого давления. Манометры показывают давление в обеих камерах.

- Сварочный редуктор *обратного действия* работает на принципе противодействия сжатого газа в баллоне и открытия клапана при вращении регулирующего винта. Пружины контролируют уровень рабочего давления, автоматически поддерживая его на заданном уровне.

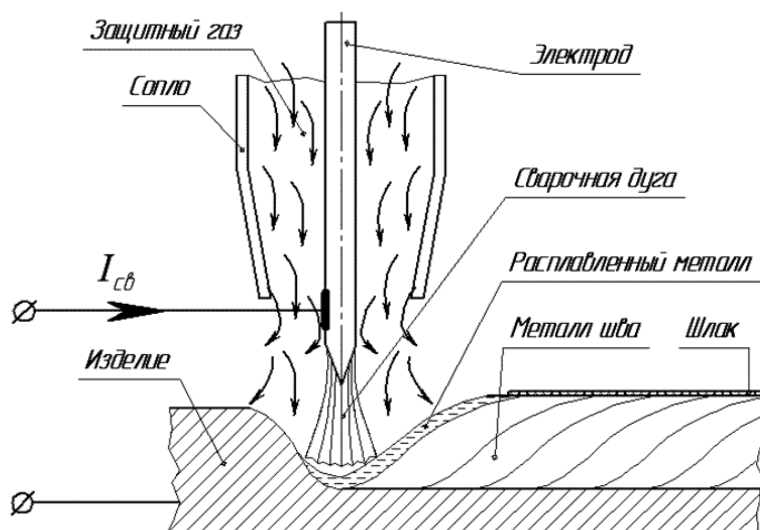
11. Назначение и выбор газового сопла.

Для решений различных задач сварки требуются сопла определённых размеров и конструкций. Изготавливаются они из *керамики* на основе оксида алюминия (Al_2O_3).

Данный материал выдерживает очень высокие температуры, которые возникают при сварке. Как правило, диаметр сопла подбирают исходя из диаметра электрода, где его внутренний диаметр должен быть равен 4-м диаметрам электрода. Если использовать сопло меньшего диаметра, скорость потока защитного газа будет излишне высокой.

С одной стороны это может быть полезно, если в помещении, где производится сварка, присутствуют сквозняки. С другой стороны, струя становится более узкой и может не полностью защищать зону сварки, что может отрицательно сказаться на больших размерах сварочной ванны и/или при сварке легко окисляющихся металлов. Газовое сопло большого диаметра защищает большую поверхность, но при этом требует большего расхода защитного газа.

При сварке неплавящимся электродом в защитном газе (рис. 1) в зону дуги, горящей между неплавящимся электродом и изделием через сопло подаётся защитный газ, защищающий неплавящийся электрод и расплавленный основной металл от воздействия активных газов атмосферы.



12. Назначение газовых линз.

Используя газовые линзы, можно улучшить качество сварных швов при работе с чувствительными к воздействию воздуха металлами.

При выполнении аргонодуговой сварки характер и скорость движения защитного газа во многом определяют качество полученных швов. При высокой скорости движения аргона, он создает разреженную зону в районе выхода из сопла. Это способствует подосу кислорода и его попаданию в сварочную зону. К аналогичному результату приводит и слишком низкая скорость подачи аргона. В этом случае в общем потоке газа образуются разрывы, в которые попадает воздух. И в том, и в другом варианте результат получается одинаковый – пористость швов.

Газовая линза позволяет избежать такой ситуации. Основным ее элементом является пятислойная металлическая решетка из нержавеющей стали, установленная в латунном корпусе цангового зажима. Именно она устраняет турбулентность и обеспечивает газовому потоку ламинарность, что исключает попадание воздуха в сварочную зону. Газовая линза больше, чем стандартный цанговый зажим. По этой причине при ее установке заменяется и сопло горелки.



Газовая линза позволяет получить ламинарный поток аргона при сварке

Керамические сопла для газовых линз отличаются от стандартных сопел большим диаметром и меньшей длиной. Выпускаются и специальные удлиненные модели для работы в труднодоступных металах (например, для сварки угловых швов).

Применение газовых линз

Газовые линзы применяются, когда необходимо обеспечить надежную газовую защиту свариваемых материалов, обладающих особыми свойствами. В первую очередь к ним относится титан. Этот материал востребован благодаря низкому удельному весу, отличной коррозионной стойкости и высокой прочности. Одновременно с этим титан отличается повышенной химической активностью по отношению к газам, содержащимся в воздухе.

При нагревании до 350 °С металл начинает активно поглощать кислород. При этом образуются оксиды титана, которые характеризуются низкой пластичностью и высокой твердостью. При температуре в 500 °С начинается активное взаимодействие металла с азотом. Этот процесс сопровождается образованием нитридов, обладающих сходными с оксидами свойствами.

Еще один вредный для титана газ — водород. Он делает металл хрупким. В результате даже цельная с виду деталь может со временем расколоться по сварному шву.

Газовые линзы полезны при сварке сложных по форме изделий, когда сварочные работы приходится выполнять при увеличенном расстоянии между поверхностью металла и электродом.

Газовые линзы универсальны и при соблюдении определенных правил могут использоваться в разных условиях. Так, для улучшения защиты сварочной зоны от бокового ветра или выполнения работ на повышенных скоростях увеличивается диаметр сопла и расход газа, а расстояние от горелки до детали уменьшается.

Преимущества:

- Поток аргона становится упорядоченным и более устойчивым к движению поперечных воздушных масс.
- Поток действует на большем расстоянии, а значит, можно держать сопло дальше от металла и увеличить вылет вольфрамового электрода. Это одновременно улучшает сварщику обзор.
- Газовые линзы позволяют работать с металлами, особо чувствительными к влиянию воздуха.
- При этом угол наклона горелки не влияет на качество швов.

При засорении решетки из нержавеющей стали нет необходимости менять газовую линзу целиком. Достаточно удалить верхний слой сетки.

Недостатки:

- Их использование оптимально для сварки простых швов в легкодоступных местах.

- При применении газовых линз увеличивается расход защитного газа. Максимально он может превышать норму на 40 %.

13. Сварочные материалы для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе.

Сварочными называют материалы, обеспечивающие сварочный процесс и получение качественных сварных соединений. К ним относят присадочные металлы, покрытые электроды, флюсы, защитные газы. Большинство швов при сварке выполняют с применением присадочных материалов. Присадочный металл вводят в сварочную ванну в дополнение к расплавленному основному металлу с целью заполнения зазора, разделки кромок, получения шва с необходимыми геометрическими размерами и обеспечения высоких эксплуатационных характеристик при минимальной склонности к образованию дефектов.

Присадочные материалы (металлы). Чаще всего состав присадочного материала мало отличается от химического состава свариваемого металла. При разработке присадочного металла учитывают методы сварки, марку свариваемого металла, условия эксплуатации конструкции.

Присадочный металл должен быть более чистым по примесям, содержать меньшее количество газов и шлаковых включений. Присадочные металлы используют в виде металлической проволоки сплошного сечения, порошковой проволоки, прутков, пластин, лент.

К сварочной проволоке предъявляют высокие требования по состоянию поверхности, предельным отклонениям по диаметру, овальности и др. показателям.

Электроды и проволоки обеспечивают подачу электропитания в сварочную зону, чтобы происходил нагрев, и сами плавятся, обеспечивая соединение деталей.

Сварка неплавящимися электродами – это соединение заготовок в защитной среде с помощью флюсов. Для этого в рабочую область подается аргон. В качестве защитных материалов для сварки, кроме газа, специальных составов на основе флюсов, применяются специальные присадки. Чаще всего используются чугунные, алюминиевые и медные стержни.

Электрод, применяемый для TIG или плазменной сварки изготавливают из металлического вольфрама. Он не должен плавиться при температурах, возникающих в процессе сварки. Вольфрамовый электрод имеет температуру плавления выше 3410°C и при этом обладает хорошей тепло- и электропроводностью.

Для TIG-сварки используют электроды различных марок и диаметров. До недавнего времени наиболее часто применяемыми считались электроды легированные 2% диоксида тория (ThO_2). В настоящее время их производство по экологическим причинам практически прекращено из-за того, что торий является α -радиоактивным материалом.

Чистый вольфрам применяется только для сварки на переменном токе, а к его преимуществам относится невысокая стоимость и образование на конце округления правильной формы. Электроды, легированные цирконием как правило также используются для сварки на переменном токе.

14. Защитные газы, применяемые для РАД.

Электрод, расплавленная сварочная ванна и окружающий разогретый металл во время сварки должны быть надежно защищены от воздействия окружающего воздуха. Попадание воздуха в эту зону приводит к образованию оксидов и нитридов и, как следствие, к дефектам шва. Кроме этого, плохая защита электрода приводит к его интенсивному

разрушению. Таким образом защитный газ должен оттеснять воздух от зоны сварки и при этом быть химически неактивным. Группа таких инертных газов называется «благородные газы». Для TIG-сварки используют два из них – аргон (Ar) и гелий (He).

Аргон. В настоящее время наиболее распространенным газом для TIG-сварки является аргон. Его используют для сварки низколегированных и нержавеющей сталей, никелевых сплавов и т.д.

Аргон в атмосфере земли содержится около 1%, и извлекают его фракционным разделением воздуха. Это означает, что он относительно дешев. Свойства аргона:

- Легкий поджиг дуги
- Стабильность дуги
- Эластичность дуги
- Недорогой
- Тяжелее воздуха

Высокая, в сравнении с другими газами, эластичность дуги делает аргон пригодным для ручной сварки, где поддерживать постоянную длину дуги достаточно проблематично.

Аргон обычно поставляют в сжатом состоянии в баллонах объемами по 5, 20, 40 и 50 л под давлением 150 или 200 бар, в зависимости от типа баллона.

К аргону, используемому при сварке в качестве защитного газа, предъявляются очень жесткие требования по содержанию примесей, поэтому не рекомендуется полностью опорожнять используемые баллоны. Для того чтобы конденсат гарантированно не образовывался в баллоне, не следует его опорожнять до давления ниже 10 бар.

Гелий. Гелий и аргон-гелиевые смеси хорошо подходят для сварки материалов с высокой теплопроводностью, такие как медь и алюминий. Их также используют при сварке тяжелых металлов и автоматической сварке сталей, что позволяет процесс сварки выполнять на более высоких скоростях. Свойства гелия и гелий-аргоновых смесей:

- Обеспечивают более глубокое проплавление
- Позволяют варить на больших скоростях
- Можно варить тяжелые металлы
- Значительно дороже аргона
- Требуется устанавливать их более высокий расход
- Пожиг дуги более затруднен
- Легче воздуха
- Обеспечивают лучшую смачиваемость свариваемых кромок/

15. Вольфрамовые неплавящиеся электроды, применяемые для РАД.

Электрод, применяемый для TIG сварки изготавливают из металлического вольфрама. Он не должен плавиться при температурах, возникающих в процессе сварки.

Вольфрамовый электрод имеет температуру плавления выше 3410°C и при этом обладает хорошей тепло- и электропроводностью. Для TIG-сварки используют электроды различных марок и диаметров. До недавнего времени наиболее часто применяемыми считались электроды легированные 2% диоксида тория (ThO₂).

В настоящее время их производство по экологическим причинам практически прекращено из-за того, что торий является α-радиоактивным материалом.

Для сварки на переменном токе достаточно часто используют чистый вольфрам. Другой маркой, часто применяемой для переменного тока, является вольфрам легированный цирконием (ZrO₂). Используются также и другие типы оксидов, используемых для легирования вольфрама – лантана, иттрия или церия.

Преимуществом легированных электродов является то, что они позволяют выполнять сварку на более высоких токах без плавления. Кроме этого, к их преимуществам можно отнести:

- Более легкое зажигания дуги
- Облегчается эмиссия электронов
- Более стабильная дуга

Чистый вольфрам применяется только для сварки на переменном токе, а к его преимуществам относится невысокая стоимость и образование на конце округления правильной формы. Электроды, легированные цирконием как правило также используются для сварки на переменном токе. ЭСАБ протестировал различные марки электродов с точки зрения таких характеристик, как стабильность многократных поджигов, скорость разрушения и стабильность дуги.

По совокупности характеристик наилучшие результаты показали электроды, легированные лантаном, за ними цериевые. Они показали наилучшие стартовые характеристики, устойчивую дугу на даже малых токах и хорошую стойкость на высоких токах.

В сравнении с торированными, иттрированными электродами обладают хорошей стабильностью дуги, большим временем работы между переточками, однако уступали по стабильности поджига. Торированный электрод чаще всего используется для сварки на постоянном токе.

Торий является слаборадиоактивным материалом. При сварке это не имеет никакого значения, однако при заточке, при попадании в организм в виде пыли, оказывает крайне негативное воздействие на здоровье человека. Из-за этого торированные электроды все чаще заменяют на лантанированные и церированные. Для сварки на переменном токе чаще используют чистый вольфрам или легированный цирконием.

Стандартная линейка диаметров вольфрамовых электродов это 0.5, 1.0, 1.6, 2.4, 3.2, 4.0, 4.8 и 6.4 мм. Чаще всего применяют электроды диаметром 1.6 и 2.4 мм. Они охватывают практически весь диапазон сварочных токов, применяемых при TIG-сварке. Например, торированными электродами этих диаметров можно варить токами в диапазоне от 30 до 180 А. Этого достаточно для решения большинства задач. При сварке электрод постепенно разрушается и, следовательно, его необходимо периодически затачивать или заменять. На кончике электрода образуется грат из-за которого дуга становится менее концентрированной. Если кончик электрода случайно коснулся расплавленного металла сварочной ванны или присадочного прутка, его необходимо немедленно заменить или переточить. Изношенный или загрязненный свариваемым материалом электрод вызывает большой риск получения некачественной сварки.

16. Присадочные материалы, применяемые для РАД

В качестве присадочного используется металл, по своему химическому составу максимально соответствующий составу материала, из которого изготовлены соединяемые детали.

Основным назначением такого материала является - *заполнение зазора между соединяемыми деталями* и, соответственно, формирование сварного шва.

Тепловая энергия, которая необходима для плавления кромок соединяемых деталей и присадочного материала, формируется при помощи электрической дуги, горящей между электродом и поверхностью соединяемых деталей.

Зона сварки, в которую нельзя допускать поступления азота и кислорода из окружающего воздуха, защищается при помощи аргона, вытесняющего данные газы из рабочей области.

Присадочный металл вводят в сварочную ванну в дополнение к расплавленному основному металлу с целью заполнения зазора, разделки кромок, получения шва с необходимыми геометрическими размерами и обеспечения высоких эксплуатационных характеристик при минимальной склонности к образованию дефектов.

Чаще всего состав присадочного материала мало отличается от химического состава свариваемого металла. При разработке присадочного металла учитывают методы сварки, марку свариваемого металла, условия эксплуатации конструкции.

Присадочный металл должен быть более чистым по примесям, содержать меньшее количество газов и шлаковых включений. Присадочные металлы используют в виде металлической проволоки сплошного сечения, порошковой проволоки, прутков, пластин, лент.

К сварочной проволоке предъявляют высокие требования по состоянию поверхности, предельным отклонениям по диаметру, овальности и др. показателям. Высокое качество сварочной проволоки сохраняется при тщательной упаковке и консервации, правильном хранении и транспортировке.

Проволока поставляется свернутой в мотки с внутренним диаметром от 150 до 750 мм, массой от 1,5 до 40 кг, а также намотанной на катушки и кассеты – для механизированной и автоматической сварки. 4

По виду поверхности проволока производится неомедненной и омедненной. Медное покрытие - 6 мкм. Поверхность проволоки должна быть чистой и гладкой, без трещин, расслоений, плен, закатов, забоин, окалины, ржавчины, масла и других загрязнений. Допускаются отдельные риски, царапины, местная рябизна, вмятины глубиной не более предельного отклонения по диаметру.

Каждая партия проволоки сопровождается сертификатом, содержащим основные технические данные: марка проволоки, химический состав, диаметр проволоки, номер ГОСТ. Каждый моток или бухта проволоки снабжается металлической биркой, на которой указывается наименование завода-изготовителя, условное обозначение проволоки, номер партии, клеймо технического контроля.

Присадочный материал перед сваркой должен проходить тщательную очистку поверхности. Для удаления жировых соединений применяют обезжиривание. Оксидную пленку (ржавчину) удаляют травлением, химическим и электрохимическим полированием. Промышленность выпускает присадочные материалы для сварки стали, чугуна, алюминия, меди, титана и их сплавов.

17. Вольт - амперная характеристика ручной дуговой сварке неплавящимся электродом в среде защитных газов

Зависимость напряжения дуги от тока в сварочной цепи называют статической вольтамперной характеристикой дуги.

Источники питания для сварки ТИГ должны иметь крутопадающую внешнюю вольтамперную характеристику. Такая характеристика обеспечивает постоянство заданного значения тока сварки при нарушениях длины дуги, например, из-за колебаний руки сварщика.

Для TIG-сварки разработаны различные виды источников питания сварочной дуги. В качестве наиболее простейшего из них можно использовать источник для MMA-сварки с поджигом дуги царапанием электрода об изделие. Он имеет падающую внешнюю вольтамперную характеристику ($I_{св} = const$) и подходит для TIGсварки.

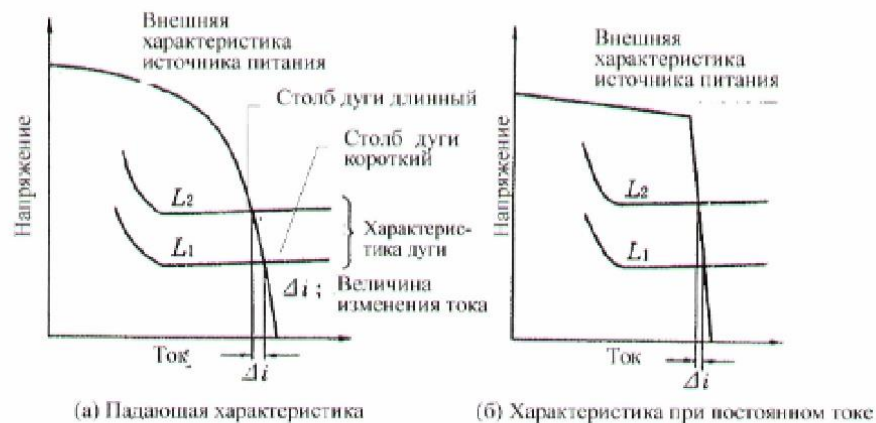


Рис. 2.3 Внешняя характеристика сварочного источника питания Аргодуговой сварки

Установленный ток сварки практически не изменяется при изменении напряжения на дуге. А вот источники питания для MIG/MAG-сварки использовать нельзя, потому что они имеют совершенно иную, жесткую внешнюю вольтамперную характеристику ($U_d = \text{const}$), если, конечно, в конструкции источника не предусмотрено переключение этих характеристик.

18. Подготовка поверхностей изделий из углеродистых сталей, конструкционных и легированных сталей, цветных металлов и их сплавов под аргоновую сварку.

Для получения качественных сварных соединений перед процессом сварки нужно хорошо очистить поверхность заготовки в зоне сварки. Поверхность должна быть обработана и обезжирена. На поверхности не должно быть ржавчины, грязи и краски. По возможности нужно удалить чешуйчатые слои. Во многих случаях достаточно чистки. Для чистки и смазки заготовки необходимо использовать подходящие растворители (ацетон). Если на поверхности есть ржавчина, краска или другие сильные загрязнения, поверхность необходимо обработать шлифованием или механическим способом.

Для обработки коррозионностойких заготовок можно использовать щетки из нержавеющей стали, что бы частицы щетки не остались на поверхности металла. В случае с алюминием важно, чтобы на поверхности не было толстой оксидной пленки, иначе в шве могут образоваться поры.

19. Подготовка кромок для сварных соединений, выполняемых РАД.

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. Пожалуй, это и будут основные причины, которые оправдывают разделку кромок.

Линейные параметры скосов кромок деталей являются величиной конструктивной и регламентируются соответствующими нормативными документами.

Механическое снятие кромок может быть выполнено с использованием абразивных инструментов (болгарка), долблением, строганием или фрезерованием. В любом случае необходим специальный инструмент.

В отличие от нержавеющей стали, алюминий имеет большую скрытую теплоту плавления. Из-за этого сварочная дуга должна покрывать большую область, чтобы достичь надежного соединения. При сварке вольфрамовым электродом сварочная ванна не очень глубокая, она образуется в основном за счет самого расплавленного металла.

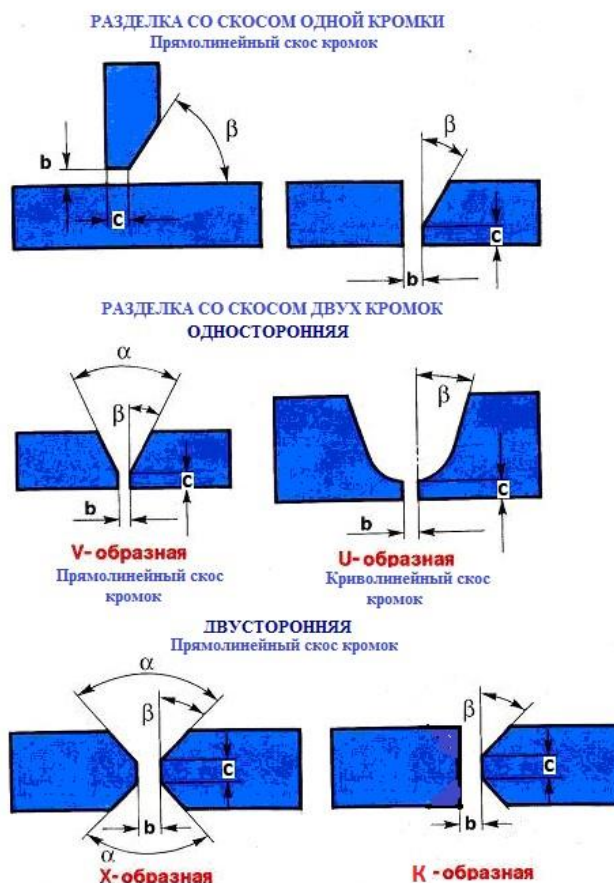
Приведем примеры разделки заготовок:

- Для алюминиевой ленты толщиной 1 мм – кромки без скоса с зазором до 1 мм.
- Для алюминиевого листа толщиной 2 мм – кромки без скоса с зазором до 2 мм.
- Для алюминиевой плиты толщиной 10 мм – притупление до 2 мм, скос 65-70 градусов, зазор до 5 мм.

Однако вне зависимости от толщины детали, самым эффективным способом является двусторонняя сварка. Если такой возможности нет, то важно уделить особенное внимание подготовке кромок.

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.

20. Параметры режима аргоновой сварки углеродистых, конструкционных и легированных сталей, цветных металлов и их сплавов.

Режимы сварки – параметры, влияющие на ход протекания процесса и получение качественного сварного соединения.

Выбор режима основывается на следующих составляющих:

Свойства свариваемых металлов. Свойства металла определяют выбор направления подачи тока и полярности (например, для сварки стальных конструкций применяется постоянный ток прямой полярности, для сварки алюминия и бериллия – постоянный ток с обратной полярностью; сила тока).

- Сила тока (А). Сила тока выбирается на основе диаметра электрода, который применяет сварщик; на основе типа металла для сварки, толщины металлов и из полярности. Например, для сварки титана режим работы определяется по следующим параметрам, из которых следует, что чем толще соединяемый металл, тем больший диаметр должен быть у вольфрамовых электродов.

- Толщина материала.

- Диаметр электрода, мм

- Длина сварочной дуги от неё зависит напряжение (V) (длина дуги напрямую влияет на качество шва)

- Расход газа (устанавливается редуктором) (зависит от силы и равномерности его подачи горелкой).

Режим сварки углеродистых сталей подразумевает использование проковки шва при достижении им температуры каления и обеспечения медленного остывания обрабатываемой поверхности.

Выбирая режимы аргонодуговой сварки нержавеющей стали необходимо учитывать, что этот металл склонен к растрескиванию, поэтому требуется, чтобы шов остывал медленно при постоянной подаче газа.

21. Способы зажигания дуги

Для начала сварки необходимо сперва зажечь дугу. Обычно это делается с помощью встроенного высоковольтного высокочастотного генератора, называемого осциллятором. Высокочастотное высокое напряжение, безопасное для человека, пробивает дуговой промежуток, и дуга загорается.

Электрод изготавливают из вольфрама, материала, имеющего очень высокую температуру плавления (около 3400°C), и, если тепловая нагрузка на него не превосходит критических значений, он не плавится. Сварку можно выполнять только за счет оплавления кромок свариваемых заготовок, однако чаще в сварочную ванну вводят дополнительный присадочный материал. Как правило, в качестве присадки применяют сварочные проволоки. Кроме того, через присадку в металл шва можно вводить. При сварке на постоянном токе сварочный аппарат отключает работу осциллятора сразу же после поджига дуги. При сварке на ~АС ток постоянно проходит через нулевую точку, поэтому, чтобы дуга

не гасла, осциллятор должен работать постоянно (для современных источников TIG AC/DC это уже не требуется).

Существует и контактный способ зажигания дуги, когда электродом царапают по изделию с последующим его отрывом, а дугу зажигает напряжение холостого хода. Его применяют при сварке от источников без ВЧ-генератора (например, для MMA-сварки). Сейчас появился относительно новый метод поджига, называемый «Lift-Arc», когда в момент замыкания электрода на изделие, величина тока достаточно мала. После поджига ток сварки поднимается до установленного значения.

Поджиг царапанием имеет серьезный недостаток, связанный с разрушением вольфрама при протекании через электрод высокого тока короткого замыкания, который попадает в шов, и эти включения вольфрама можно видеть на рентгеновских снимках. Lift-Arc и ВЧ-поджиг этого недостатка не имеют.

ВЧ-зажигание имеет тот недостаток, что оно создает вокруг себя радиопомехи или может нарушить работу электронного оборудования, такого как компьютеры, если они не защищены надлежащим образом, поэтому современное оборудование позволяет выбирать способ поджига.

После поджига дуги ток сварки в течение установленного времени нарастает до заданного значения. Этот период называется «время нарастания тока сварки», в течение которого при ручной сварке сварщик успевает привести горелку в нужное положение.

Также, если электрод был холодным, то плавное нарастание тока позволяет избежать теплового удара. Это в свою очередь снижает вероятность попадания вольфрама в сварочную ванну. Увеличение времени нарастания тока увеличивает срок службы электрода. Это время также позволяет нормально сформировать сварочную ванну и начать сварку. Процесс сварки может проходить как в пульсирующем режиме, так и без пульсации тока. Ток в импульсе, ток дежурной дуги, время импульса и паузы являются регулируемыми параметрами.

22. Особенности техники и технологии РАД различных конструкций из углеродистой, конструкционной и легированной стали

Аргонодуговая сварка углеродистых и легированных сталей

Сварка низкоуглеродистых и низколегированных сталей в аргоне применяется редко, так как эти стали хорошо свариваются под флюсом и в углекислом газе, и лишь в исключительных случаях, когда требуется получение швов высокого качества, используется инертный газ.

При применении чистого аргона для сварки конструкционных сталей соединения характеризуются недостаточной стабильностью и неудовлетворительным формированием шва. Добавка к аргону небольшого количества кислорода или углекислого газа существенно повышает устойчивость горения дуги и улучшает формирование шва. Растворяясь в жидком металле и скапливаясь преимущественно на поверхности, кислород значительно снижает его поверхностное натяжение. Поэтому для сварки сталей применяют не чистый аргон, а смеси с кислородом или углекислым газом.

Высокие технологические свойства при сварке сталей обеспечиваются при добавке к аргону до 1-5 % кислорода. При применении кислорода понижается критический ток, при котором капельный перенос переходит в струйный; дуга горит стабильно, обеспечивая сварку небольших толщин. Кислород способствует увеличению плотности металла шва, улучшению сплавления, уменьшению подрезов и увеличению производительности

процесса сварки. Кислород снижает содержание углерода в металле шва до более низкого уровня. Избыток кислорода в защитном газе приводит к образованию пор в металле шва. Для сварки *низкоуглеродистых и низколегированных сталей* может также применяться аргон с добавкой 10- 20 % углекислого газа. Углекислый газ способствует устранению пористости в швах и улучшению формирования шва.

Высоколегированные стали успешно свариваются в инертных газах и их смесях. При этом обеспечивается высокая стабильность дуги и минимальный угар легирующих элементов. Химический состав металла шва регулируется за счет применения проволоки нужного состава. При сварке легированных сталей обычно применяется электродная проволока такого же химического состава, как и основной металл.

Выбор состава смеси зависит от состава стали и степени ее легирования. Стали, которые содержат в своем составе элементы с высокой активностью к кислороду (алюминий титан цирконий и т. п.) свариваются в атмосфере инертных газов (аргон, гелий). Режимы для сварки высоколегированных сталей различных толщин выбираются опытным путем. Ориентировочные режимы автоматической и полуавтоматической сварки стыковых соединений толщиной 4-10 мм на постоянном токе обратной полярности приведены в таблице 1.

Таблица 1

Толщина металла, мм	Способ сварки	Число проходов	Диаметр электродной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Скорость сварки, м/ч	Расход газа, л/мин
4	Полуавтоматическая	1	1,0-1,6	180-300	-	7-10
8		2	1,6-2,0	240-360		10-15
5	Автоматическая	1	1,0	260-300	30-40	8-9
10		2	2,0	320-400	20-30	12-18

23. Особенности техники и технологии РАД различных конструкций из цветных металлов и их сплавов

Особенности сварки цветных металлов

Цветными называют все металлы, кроме железа и его сплавов. Перечень их весьма обширен, но наиболее востребованными являются медь, цинк, алюминий, олово, никель, свинец. Они применяются повсюду для изготовления металлических конструкций.

Сейчас существует множество видов сварки как стали, так и цветных металлов, и при планировании и проведении работ нужно учитывать ключевые характеристики данного процесса:

- **Окисление.** Металлы подвержены влиянию кислорода, и кислородная коррозия приводит к образованию на поверхности оксидной пленки, которая мешает прочному соединению сплавов и может спровоцировать появление трещин в шве.
- **Теплопроводность.** У металлов она велика – сплавы быстро нагреваются и быстро остывают. В силу этой особенности для качественного соединения необходим предварительный нагрев деталей, так что требуется источник сильного тепла.
- **Температура плавления.** Она отличается у разных металлов – порой в несколько раз, как, к примеру, у олова и меди. Соответственно, при сварке есть вероятность, что более легкоплавкий элемент начнет испаряться. Чтобы этого избежать, нужно ускорить технологический процесс сваривания.

- Прочность. Она тоже имеет разные значения, и потому при работе с хрупкими металлами нужна аккуратность.

- Взаимодействие с окружающей средой. Так, отдельные виды сварки требуют создания подходящей газовой среды, чтобы результат соединения оказался качественным.

Сварщикам приходится учитывать эти и многие другие нюансы, поэтому, кроме собственно сварки, они занимаются предварительной обработкой деталей – прежде всего, это подразумевает удаление оксидной пленки и обезжиривание поверхности.

Для работы с цветными металлами и сплавами необходимо принять специальные защитные меры. В противном случае негативные процессы усилятся и образуют в месте шва оплавленный оксидный нарост.

Очень важно создать надлежащие условия для выполнения сварки – ограничить доступ кислорода в рабочую зону либо четко регулировать его поступление.

Чаще всего сваривают изделия из алюминия, бронзы, дюралюминия (сплав алюминия, меди, магния и марганца), меди, латуни (комбинация цинка и меди), силумина (сочетание кремния и алюминия). Сегодня также изготавливают множество сварных изделий из алюминиево-магниевых и алюминиево-марганцевых сплавов.

Но самые популярные цветные металлы, которые используют в промышленности и на производстве, – это комбинации меди и алюминия с другими металлами (свинцом, цинком, магнием, кремнием и пр.). К таким соединениям относятся:

- Алюминиевые сочетания (дюралюминий, авиаль, силумин).
- Обычная латунь – сплав цинка и меди, в котором последний элемент занимает до 70 % общей массы. В некоторых случаях для достижения нужной кондиции изделия долю цинка увеличивают до 50 %.
- Бронза – классическая комбинация олова и меди (пропорции: 15:85).
- Сложные латуни – наряду с цинком и медью в них также содержатся различные наполнители и добавки.

Выбирать подходящую технологию сварки цветных металлов и сплавов нужно с учетом типа материала, с которым вам придется работать.

Известно, что магний, медь и алюминий остывают довольно быстро. Значит, для работы с ними понадобится источник энергии очень высокой мощности и дополнительный прогрев. Со сплавами дело обстоит сложнее. Дело в том, что входящие в их состав элементы могут иметь разную температуру плавления. Поэтому в процессе работы с ними есть риск того, что более легкие вещества испарятся. Но, проведя сварку быстро, вы сможете этого избежать.

Особенности сварки цветных металлов и сплавов также обусловлены их высоким сродством к кислороду. Некоторые из них даже могут выступать в роли раскислителей. Окислы, которые образуются при их плавке – это более тугоплавкие соединения, засоряющие сварочный шов. Если снизить температуру плавления, то на поверхности могут появиться трещины. Очевидно, что это отрицательно скажется на механических свойствах соединения. Вот почему сваривание цветных металлов нередко выполняют под слоем флюса, уменьшающего влияние на них кислорода.

Из-за своей непрочности и хрупкости, некоторые сплавы могут разрушиться при легком ударе или вообще без какого бы то ни было внешнего воздействия. В то же время слишком тяжелые материалы способны своим весом провалить сварочные ванны. Поэтому, работая с ними, нужно быть очень аккуратным.

Аргонодуговая сварка меди

Сварка меди затруднена вследствие интенсивного окисления ее в нагретом и расплавленном состоянии, большой жидкотекучести и высокой теплопроводности.

Медь хорошо сваривается аргонодуговой сваркой, в среде гелия и азоте, а также в смеси аргона с гелием или азотом. Азот по отношению к меди является нейтральным газом. С целью экономии аргона и повышения производительности целесообразно использовать смесь аргона с азотом (70-80 % аргона и 30-20 % азота). Азот способствует увеличению глубины проплавления меди. Наилучшее формирование швов получается при сварке в аргоне и гелии.

Из-за высокой теплопроводности меди для получения надежного провара в начале сварки и хорошего сплавления по кромкам детали подогреваются до 200-500 °С. При сварке в аргоне подогрев необходим при толщине меди более 4 мм, а в азоте - более 8 мм.

Сварка меди выполняется на постоянном токе обратной полярности. При применении импульсно-дуговой сварки в аргоне возможна сварка меди во всех пространственных положениях, а также сварка тонкого металла.

Таблица 2

Толщина металла, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Защитный газ	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Расход газа, л/мин
1,0	0,8-1,2	Аргон	80-110	18-20	30-45	7-9
		Азот				
2-3	0,8-1,6	Аргон	140-210	19-23	25-35	8-10
	0,8-1,2	Азот	140-200	20-25		
5-6	1,0-1,6	Аргон	250-320	23-26	20-25	10-12
	1,0-1,4	Азот		24-27		
8,0	2,0-3,0	Аргон	350-550	32-37	18-22	14-18
	1,6-3,0	Гелий	300-500	32-38		30-40
12,0	2,0-4,0	Аргон	350-650	34-42	18	14-18
		Гелий	350-620			30-45
12-14	1,5-3,0	Аргон	300-500	28-36	16-18	14-18
		Гелий	270-500	32-38		30-40
		Азот	280-500	32-39		14-16
16-20	2,0-4,0	Аргон	350-680	16-18	16-18	14-18
		Гелий	350-650			30-50
		Азот				14-18

Для сварки меди могут быть использованы серийно выпускаемые автоматы и полуавтоматы, предназначенные для сварки сталей в защитных газах.

Некоторые режимы сварки стыковых соединений меди в нижнем положении приведены в табл. 2

Аргонодуговая сварка алюминия

Сварка алюминия возможна в аргоне либо в смеси аргона и до 70 % гелия на переменном токе. Для сварки подходит инверторный источник с системой ACDC либо трансформаторный источник с встроенным осциллятором.

Трудность сварки алюминия и его сплавов заключается в наличии на их поверхности тугоплавкой окисной пленки, которая препятствует сплавлению металла сварочной ванны с основным металлом и, оставаясь в шве, образует неметаллические включения. Окисная пленка в процессе сварки удаляется в результате действия тока при горении дуги. При сварке на токе обратной полярности ток «очищает» поверхность металла от окисной пленки на протяжении всего процесса горения дуги. Однако действием тока может быть разрушена лишь сравнительно тонкая пленка окиси. Толстую пленку окиси алюминия необходимо перед сваркой удалить механическим или химическим путем.

В инертных газах алюминий и его сплавы свариваются электродной проволокой, по составу близкой к основному металлу. Ориентировочные режимы сварки в аргоне алюминиевого сплава АМг толщиной 10-50 мм приведены в табл. 3. Расход аргона 15-20 л/мин.

При использовании газовой смеси из 30 % аргона и 70 % гелия обеспечивается более глубокое проплавление и возможна сварка за один проход алюминия толщиной до 16 мм, а за два прохода - толщиной до 30 мм. Расход аргона 15-20 л/мин, гелия 30-40 л/мин.

Для соединения алюминия большое применение нашел способ импульсно-дуговой сварки. Наложение импульса на основной сварочный ток сокращает промежуток времени пребывания капли на торце электрода и позволяет осуществлять устойчивый процесс при относительно малом значении среднего тока. При этом способе облегчается сварка в различных пространственных положениях и несколько повышаются механические свойства соединения.

Таблица 3

Толщина металла, мм	Тип разделки	Число проходов	Диаметр электродной проволоки, мм	Первый проход			Последующие проходы		
				Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч
10	Без разделки	2	2,0	250-300	22-24	20-25	370-390	28-30	20
15		4			24-26				
25	V-образная	8	2,5	400-440	26-28	40-45	400-440	27-29	15-20
40		15							
50	Х-образная	20	2,5	400	24-26	16	420-440	26-28	23

Аргонодуговая сварка титана

Титан обладает высокой прочностью при температуре до 500 °С, высокой коррозионной стойкостью во многих агрессивных средах, малой плотностью он широко применяется в промышленности.

При сварке требуется защита от воздуха не только расплавленного металла, но и участков твердого металла, нагретого до температуры выше 400 °С. Обычно это достигается

применением специальных приставок длиной до 500 мм и подачи газа с обратной стороны шва через специальные подкладки. Защита считается надежной, если после сварки поверхность металла имеет блестящий вид.

Для сварки применяется электродная проволока, близкая по составу к основному металлу. Сварка производится на постоянном токе обратной полярности. Перед сваркой кромки и прилегающие к ним поверхности, а также электродную проволоку тщательно очищают механическим путем или травлением.

При сварке используется аргон только высшего сорта или гелий высокой чистоты. При сварке в аргоне швы получаются более узкими чем в гелии. При сварке в гелии швы - более широкие, с плавным переходом к основному металлу.

24. Сварка алюминия и его сплавов

Аргоновая сварка алюминия – единственный способ получить прочное соединение, которое отвечает всем предъявляемым требованиям. Проблема сварки алюминия в том, что на его поверхности находится инертная оксидная пленка, достаточно прочная, чтобы сделать неэффективными другие способы сварки.

Однако недостаточно просто выбрать аргоновую сварку как метод. Необходимо также правильно подобрать расходные материалы и настроить само оборудование.

Особенности сварки алюминия.

При сварке алюминия и его сплавов возникают следующие затруднения: на поверхности расплавленного металла постоянно образуется тугоплавкая пленка оксида алюминия Al_2O_3 , препятствующая сплавлению между собой частиц металла; высокая температура плавления оксида алюминия (2050 °C) и низкая температура плавления алюминия осложняют управление процессом сварки. Вследствие этого подготовка деталей из алюминия под сварку и их сварка требуют применения специальных технологических приемов.

Подготовка металла к сварке.

Независимо от способа сварки алюминиевые изделия перед сваркой должны подвергаться специальной обработке, заключающейся в обезжиривании металла и удалении с его поверхности пленки оксида алюминия. Такой же обработке необходимо подвергать присадочную проволоку и электродные стержни перед нанесением на них покрытия.

Поверхность металла на ширине 80–100 мм от кромки обезжиривают растворителями (авиационным бензином, техническим ацетоном), затем механической зачисткой или химическим травлением удаляют оксидную пленку.

Химический способ удаления пленки оксидов включает следующие операции: травление в течение 0,5–1 мин (состав: 50 г раствора едкого натра и 40 г фторида натрия на 1 л воды); промывку в проточной воде; осветление в течение 1–2 мин в 30%-м растворе азотной кислоты для алюминия и сплавов типа АМц или 25%-м растворе ортофосфорной кислоты для сплавов типа АМг; промывку в проточной, а затем горячей воде; сушку до полного удаления влаги.

Обезжиривание и травление рекомендуется выполнять не более чем за 2–4 ч до сварки.

Технология и техника ручной аргонодуговой сварки алюминия неплавящимся вольфрамовым электродом.

Ручную аргонодуговую сварку неплавящимся вольфрамовым электродом выполняют переменным током в аргоне высшего или первого сорта. Для металла толщиной до 5–6 мм используют электроды диаметром 1,5–5 мм. Присадочной проволокой и прутками марок АК, АМц и другими сваривают деформируемые сплавы. Диаметр присадочной проволоки

при ручной сварке равен 1–2; 2–4 и 4–6 мм для свариваемых толщин до 2; 2–5 и 5–10 мм соответственно.

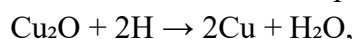
Особые требования предъявляются к технике сварки. Угол между присадочной проволокой и электродом должен составлять примерно 90°. Присадочную проволоку следует подавать короткими возвратно поступательными движениями. Недопустимы поперечные колебания вольфрамового электрода.

Длина дуги обычно не превышает 1,5–2,5 мм. Обеспечение эффективной защиты дуги и сварочной ванны для каждого режима сварки достигается оптимальным расходом газа. Для уменьшения опасности окисления размеры сварочной ванны должны быть минимальными. Сварку металла толщиной до 10 мм обычно ведут справа налево, так называемым «левым» способом, который позволяет снизить перегрев свариваемого металла.

25. Сварка меди и её сплавов.

Особенности сварки меди.

Сварка меди затрудняется ее высокой теплопроводностью (в 6 раз выше, чем железа), большой жидкотекучестью, способностью сильно окисляться в нагретом и особенно в расплавленном состоянии. На свариваемость меди оказывают большое влияние примеси, входящие в ее состав (кислород, свинец, сера, фосфор, сурьма, мышьяк, висмут). Медь в расплавленном состоянии сильно поглощает водород. При кристаллизации металла сварочной ванны с большой скоростью ввиду высокой теплопроводности меди и резкого снижения растворимости водорода в металле атомарный водород не успевает покинуть металл. В результате оксид меди восстанавливается водородом с образованием паров воды:



что приводит к появлению в шве пор и трещин. В околошовной зоне диффузионно-подвижный водород взаимодействует с оксидом меди Cu_2O , который располагается по границам зерен. Образующиеся пары воды не растворяются в меди и не могут из нее выйти, в результате чего в металле создаются значительные напряжения, приводящие к образованию большого числа микротрещин. Это явление получило название *водородной болезни меди*. Для того чтобы ее предупредить, следует снижать количество водорода в зоне сварки. Для этого перед сваркой производят прокалку электродов.

Сварку меди выполняют по зачищенным до металлического блеска кромкам.

Технология и техника ручной аргонодуговой сварки меди вольфрамовым электродом.

Ручную аргонодуговую сварку выполняют вольфрамовым электродом постоянным током прямой полярности в аргоне высокой чистоты. Металл толщиной более 4 мм сваривают с предварительным подогревом до 800 °С. В качестве присадки используют прутки из меди, медно-никелевого сплава (МНЖКТ-5-1-0,2-0,02), бронзы (БрКМц3-1, БрОЦ4 3) и др.

Для металла толщиной свыше 5 мм применяют V- или X-образную разделку кромок с углом раскрытия 60–70°. Сварку ведут обычно справа налево «углом вперед» при наклоне электрода по отношению к изделию 80–90°, угол наклона присадочной проволоки 10–15°, вылет электрода 5–7 мм.

Высокую производительность обеспечивает ручная гелиево-дуговая сварка меди, выполняемая на форсированных режимах (700–900 А).

Учитывая, что медь обладает неудовлетворительными литейными свойствами, особое внимание уделяют правильному выбору присадочного материала. Он должен представлять собой сплав меди, содержащий раскислители (фосфор, олово, цинк и др.).

Сварка латуни.

Для дуговой сварки латуни применяют электроды типа ЗТ. Сварка ведется постоянным током обратной полярности короткой дугой. После сварки шов проковывают, а затем отжигают при температуре 600– 650°С для выравнивания его химического состава и придания зерну мелкозернистой структуры. Л

Латунь можно сваривать угольной дугой, а также вольфрамовым электродом в среде инертных газов. Затруднения при сварке латуни вызваны испаряемостью цинка, дым которого состоит из оксидов цинка и является ядовитым. Латунь следует сваривать в условиях хорошей вентиляции рабочего места. Рекомендуется использовать респираторы. Для сварки латуни предназначены электроды марок ММЗ-2,1П, Бр.1/ЛИВТ, ЦБ-1, МН-4 и др.

Электроды марки ММЗ-2 можно производить сварку переменным током, однако при этом (по сравнению со сваркой постоянным током) увеличивается разбрызгивание.

Сварка бронзы.

По свариваемости бронзы значительно отличаются друг от друга, поэтому и технология сварки бронз разнообразна. Химический состав присадочного материала должен быть близким к химическому составу свариваемого металла. Сварку выполняют постоянным током обратной полярности короткими участками.

Электроды марки Бр.1/ЛИВТ рекомендуются для сварки оловянных бронз, марки ЦБ-1 – для алюминиевых бронз, марки МН-4 – для медно - никелевых сплавов типа МН-5, МНЖ-5-1 и др.

При сварке стыковых швов электродами диаметром 5– 6 мм рекомендуется применение односторонней разделки при суммарном угле скоса 80–90°, притуплении 1,5–2 мм и зазоре 2–3 мм. Необходим подогрев до температуры 100–200 °С. Опытные сварщики, применяя электроды диаметром 8–10 мм, выполняют сварку без подогрева. Для сварки используют постоянный ток.

Сварку меди с бронзой, например медных труб с бронзовыми фланцами, можно выполнять ручной дуговой сваркой электродами марок КМцЗ-1 или «Комсомолец-100».

26. Дефекты сварных швов конструкций выполненных РАД, способы их предупреждения и устранения

TIG – это метод скрепления поверхностей, при котором в качестве защитного газа выступает аргон. Он предотвращает попадание воздуха, что исключает вероятность плавления. Методика отличается хорошим защитным эффектом, высоким качеством соединения, отсутствием брызг, красивой внешней формой шва. Она позволяет сваривать различные металлы.

Довольно часто новички допускают дефекты аргонодуговой сварки, так как подобная методика требует соблюдения ряда условий, влияющих на конечный результат. В этот список можно внести качество подготовки поверхности, выбор оптимального электрода, качество аргона для сварки, влияние ветра, расстояние между горелкой и заготовкой, скорость работы, низкое давление в баллоне.

Как влияет подготовка поверхности

Основное правило сварки аргоном – это адекватная подготовка поверхности, так как технология требует стерильность. Ее отсутствие негативно сказывается на качестве будущего сплава. К примеру, ошибки при сварке алюминия аргоном приводят к непроварам, окислам, трещинам.

Важность выбора электрода

Для получения качественного итогового шва аргоновой сварки следует особое внимание уделить выбору электрода. Неопытные сварщики могут начать работать с вольфрамовыми универсальными электродами. Они работают на постоянном и переменном токе и хорошо сваривают большинство металлов. Опытным специалистам следует отдать предпочтение изделиям с европейской маркировкой WC-20, WL-15, WL-20, WP, WT-20, WZ-8, WY-20. *Неправильный выбор электрода приведет к кратерам на поверхности, подрезам, наплывам, прожогам.*

Дефекты, как результат некачественной работы

К дефектам шва аргонодуговой сварки относят:

- *Непровар.* Отсутствие надежного соединения между металлами, что негативно сказывается на прочности. Для решения проблемы плохого качества сварки аргоном потребуется разделить кромки с противоположной стороны шва и заново сварить изделия.
- *Трещина.* Результат неправильного расположения шва аргоновой сварки, завышенный ампераж процесса, резкое охлаждение, неправильный подбор материалов, повышенное содержание углерода и примесей.
- *Наплывы.* Расплавленный металл натекает на основной без сплавления, что возникает из-за недостаточного прогрева, избытка присадочного материала.
- *Подрезы.* Углубления в околошовной зоне, что ослабляет шов. Результат завышенного ампеража.
- *Кратеры.* Углубления по причине обрыва сварочной дуги. Ослабляют соединение из-за уменьшения сечения шва. Для устранения следует высверлить или вырезать кратер до основного металла.
- *Прожоги.* Сквозное проплавление по причине завышенного ампеража, недостаточного перемещения дуги, большого зазора между кромками. Исправляют ошибку зачисткой и заваркой.

По этой причине важно знать, как правильно вести шов в аргонодуговой сварке и как работать с электродами.

При работе с TIG следует соблюдать определенные правила. В противном случае высока вероятность совершения ошибок и получения некачественного соединения металлов. К основным дефектам относят непровар, трещины, наплывы, прожоги, которых можно избежать при грамотной подготовке поверхности и правильном выборе электрода.

27. Техника безопасности при аргоновой сварке

При любых сварочных работах необходимо соблюдать технику безопасности, использовать специальную одежду, защищающую руки, глаза, органы дыхания.

При аргоновой сварке устанавливаются следующие меры предосторожности:

- Запрещено выполнять регулировку и ремонт сварочного аппарата во включенном состоянии.
- Рядом с источником аргона на расстоянии 10 метров не должно быть источников открытого огня.
- При выполнении автоматической сварки запрещено вручную менять параметры работы сварочного аппарата.
- Перед началом сварки необходимо убедиться в надежности крепления газового шланга, а также проверить заземление аппарата.
- Рукоятка и горелка должны быть покрыты металлом полностью.
- Необходимо заранее позаботиться о качественной вентиляции, если работы выполняются в закрытом помещении.

- При выполнении очистки поверхности металла химическими реактивами следует использовать специальную защитную одежду.

Соблюдение техники безопасности позволит не только выполнить работу максимально качественно, но и избежать отравления и получения травм и ожогов.

28. Правила эксплуатации баллонов с защитными газами.

Использование любых технических газов в баллонах осуществляется в строгом соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов». Согласно этому документу, доставка аргона в баллонах, его хранение и применение выполняются следующим образом:

- для заправки аргоном допускаются исключительно аттестованные емкости с исправными вентилями, на корпусе сосуда не должно быть трещин, вмятин, ржавчины и прочих дефектов;
- допустимое рабочее давление баллонов – не менее 150 атм;
- транспортировка и хранение аргона осуществляются в стальных сосудах, окрашенных в серый цвет и имеющих соответствующую зеленую надпись;
- в емкости с аргоном не должны попадать масляные примеси, поэтому во время перевозки и хранения предпринимаются особые меры по защите баллонов;
- во время подготовки к перевозке вентили аргоновых баллонов следует защитить специальными колпаками, предотвращающими любые механические воздействия на запорное приспособление;
- при укладке баллонов в спецавтотранспорт емкости размещают горизонтально, направив все вентили в одну сторону;
- приемка емкостей осуществляется в соответствии с нормами ГОСТ 10157-79;
- при эксплуатации аргона на предприятии обязательно назначение ответственного работника, контролирующего соблюдение техники безопасности;
- в местах с риском скопления аргона следует проводить газовый контроль воздуха, отслеживая концентрации кислорода и принимая необходимые меры при превышении допустимого порога в 19 %.

3.3. Практические задания на экзамен по ПМ

Практико-ориентированное задание

Производственная ситуация №1

Укажите порядок исправления шва со скоплением газовых пор на части его сечения.

Производственная ситуация №2

Укажите правильную последовательность включения цикла сварки на установках для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом постоянного тока.

Производственная ситуация №3

Укажите порядок исправления шва с подрезами.

Производственная ситуация №4

Укажите оптимальный вылет электрода из сопла горелки при аргонодуговой сварке.

Производственная ситуация №5

Укажите правильную последовательность включения цикла сварки на установках для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом переменного тока.

Производственная ситуация №6

Укажите порядок исправления шва с недостаточной шириной.

Производственная ситуация №7

Укажите правильную последовательность выключения цикла сварки на установках для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом.

Производственная ситуация №8

Укажите порядок исправления шва с непроваром в корне.

Производственная ситуация №9

Укажите порядок исправления шва со вольфрамовым включением.

Производственная ситуация №10

Впишите в пустые прямоугольники цифры, соответствующие порядку маркировки стальной сварочной проволоки.

1,2 Св – 08 Г2С О – Ш ГОСТ 2246

Производственная ситуация №11

Укажите правильную последовательность включения цикла сварки на установках для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом постоянного тока.

Производственная ситуация №12

Укажите правильную последовательность включения цикла сварки на установках для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом переменного тока.

Производственная ситуация №13

Укажите правильную последовательность выключения цикла сварки на установках для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом.

Производственная ситуация №14

Укажите порядок организация рабочего места и правила безопасности труда при ручной дуговой сварке (наплавке) неплавящимся электродом в защитном газе.

Производственная ситуация №15

Укажите правильную комплектацию сварочного поста РАД.

Производственная ситуация №16

Укажите последовательность зажигания сварочной дуги контактным и бесконтактным способом.

Производственная ситуация №17

Укажите последовательность и правильность заточки вольфрамового электрода.

Производственная ситуация №18

Укажите параметры режимов – сила тока, расход газа, диаметра, вольфрамового электродов, газовых сопел, присадочных прутков, сварки TIG 141 стали 08X18H10T. Толщина – 5 мм, пространственное положение горизонтальное.

Производственная ситуация №19

Укажите параметры режимов – сила тока, расход газа, диаметра, вольфрамового электродов, газовых сопел, присадочных прутков, сварки TIG 141 стали 08X18H10T. Толщина – 5 мм, пространственное положение нижнее.

Производственная ситуация №20

Укажите параметры режимов – сила тока, расход газа, диаметр вольфрамового электродов, газовых сопел, присадочных прутков, сварки TIG 141 алюминиевого сплава. Толщина – 5 мм, без разделки, двухстороннее

Эталоны ответов на практические задания

Практико-ориентированное задание

Производственная ситуация №1

Укажите порядок исправления шва со скоплением газовых пор на части его сечения.

Ответ:

1. Выполнить неразрушающий контроль ремонтного сварного шва в объеме и методами, указанными в технологической документации.
2. По результатам неразрушающего контроля отметить на стыке место расположения дефекта.
3. Выполнить заварку места расположения дефекта с применением тех же сварочных материалов, что и основной шов.
4. Зачистить ремонтный шов.
5. Устранить частичной вышлифовкой дефекты, подлежащие ремонту.

Производственная ситуация №2

Укажите правильную последовательность включения цикла сварки на установках для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом постоянного тока.

Ответ:

1. После возбуждения дуги начинается плавное нарастание рабочего сварочного тока от дежурного до рабочего с заданной скоростью.
2. С выдержкой времени, необходимой для продувки газовых шлангов, включается источник питания и блок поджига дуги – осциллятор.
3. Включается электрогазовый клапан и начинается подача защитного газа.
4. Начинается процесс сварки в непрерывном или импульсном режиме.

Производственная ситуация №3

Укажите порядок исправления шва с подрезами.

Ответ:

1. По результатам неразрушающего контроля отметить на стыке место расположения дефекта.
2. Выполнить наплавку ремонтного валика в местах подрезов с применением тех же сварочных материалов, что и основной шов.
3. Выполнить неразрушающий контроль ремонтного сварного шва в объеме и методами, указанными в технологической документации.
4. Зачистить ремонтный шов.
5. Зашлифовать часть шва в месте подреза.

Производственная ситуация №4

Укажите оптимальный вылет электрода из сопла горелки при аргонодуговой сварке.

Ответ:

- а) До 5 мм.
- б) Оговаривается в паспорте на горелку, в конкретных случаях может указываться в нормативных документах.
- в) Определяется сварщиком опытным путем.

Производственная ситуация №5

Укажите правильную последовательность включения цикла сварки на установках для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом переменного тока.

Ответ:

1. Включается стабилизатор горения дуги и блок ограничения постоянной составляющей сварочного тока.
2. Включается электрогазовый клапан и начинается подача защитного газа.

3. После возбуждения дуги начинается плавное нарастание рабочего сварочного тока от дежурного до рабочего с заданной скоростью.

4. С выдержкой времени, необходимой для продувки газовых шлангов, включается источник питания и блок поджига дуги – осциллятор.

5. Начинается процесс сварки в непрерывном или импульсном режиме.

Производственная ситуация №6

Укажите порядок исправления шва с недостаточной шириной.

Ответ:

1. Зошлифовать часть шва в месте недостаточной ширины.

2. Выполнить наплавку ремонтного валика в местах недостаточной ширины шва с применением тех же сварочных материалов, что и основной шов.

3. Выполнить неразрушающий контроль ремонтного сварного шва в объеме и методами, указанными в технологической документации.

4. Зачистить ремонтный шов.

5. По результатам неразрушающего контроля отметить на стыке место расположения дефекта.

Производственная ситуация №7

Укажите правильную последовательность выключения цикла сварки на установках для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом.

Ответ:

1. Отключается источник тока.

2. Начинается плавное спадание рабочего тока – «заварка кратера».

3. Оканчивается цикл «заварки кратера».

4. С выдержкой времени, обеспечивающей газовую защиту зоны шва, отключается электрогазовый клапан.

Производственная ситуация №8

Укажите порядок исправления шва с непроваром в корне.

Ответ:

1. Зачистить ремонтный шов.

2. Устранить дефекты корневого слоя шва сквозным пропилом.

3. Выполнить заварку места расположения дефекта с применением тех же сварочных материалов, что и основной шов.

4. Выполнить неразрушающий контроль ремонтного сварного шва в объеме и методами, указанными в технологической документации.

5. По результатам неразрушающего контроля отметить на стыке место расположения дефекта

Производственная ситуация №9

Укажите порядок исправления шва со вольфрамовым включением.

Ответ:

1. Зачистить ремонтный шов.

2. По результатам неразрушающего контроля отметить на стыке место расположения дефекта.

3. Выполнить заварку места расположения дефекта с применением тех же сварочных материалов, что и основной шов.

4. Выполнить неразрушающий контроль ремонтного сварного шва в объеме и методами, указанными в технологической документации.

5. Устранить частичной вышлифовкой дефекты, подлежащие ремонту.

Производственная ситуация №10

Впишите в пустые прямоугольники цифры, соответствующие порядку маркировки стальной сварочной проволоки.

1,2 Св – 08 Г2С О – Ш ГОСТ 2246

Ответ:

1. Индекс - сварочная проволока.
2. Диаметр проволоки.
3. Состояние поверхности.
4. Химический состав проволоки.
5. ГОСТ на изготовление.
6. Способ изготовления стали для проволоки.

Производственная ситуация №11

Укажите правильную последовательность включения цикла сварки на установках для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом постоянного тока.

Ответ:

1. После возбуждения дуги начинается плавное нарастание рабочего сварочного тока от дежурного до рабочего с заданной скоростью.
2. С выдержкой времени, необходимой для продувки газовых шлангов, включается источник питания и блок поджига дуги – осциллятор.
3. Включается электрогазовый клапан и начинается подача защитного газа.
4. Начинается процесс сварки в непрерывном или импульсном режиме.

Производственная ситуация №12

Укажите правильную последовательность включения цикла сварки на установках для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом переменного тока.

Ответ:

1. Включается стабилизатор горения дуги и блок ограничения постоянной составляющей сварочного тока.
2. Включается электрогазовый клапан и начинается подача защитного газа.
3. После возбуждения дуги начинается плавное нарастание рабочего сварочного тока от дежурного до рабочего с заданной скоростью.
4. С выдержкой времени, необходимой для продувки газовых шлангов, включается источник питания и блок поджига дуги – осциллятор.
5. Начинается процесс сварки в непрерывном или импульсном режиме.

Производственная ситуация №13

Укажите правильную последовательность выключения цикла сварки на установках для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом.

Ответ:

1. Отключается источник тока.
2. Начинается плавное спадание рабочего тока – «заварка кратера».
3. Оканчивается цикл «заварки кратера».
4. С выдержкой времени, обеспечивающей газовую защиту зоны шва, отключается электрогазовый клапан.

Производственная ситуация №14

Укажите порядок организация рабочего места и правила безопасности труда при ручной дуговой сварке (наплавке) неплавящимся электродом в защитном газе.

Ответ:

1. Рабочее место организуют в соответствии с технологическим процессом сварки и конкретными производственными условиями.
2. Место оснащают сборочно-сварочным оборудованием, приспособлениями, набором инвентаря и инструментов.
3. На стационарных рабочих местах обеспечивают необходимое освещение и систему вытяжной вентиляции в зоне сварки.
4. В случае невозможности оборудования стационарного рабочего места, могут быть организованы временные рабочие места, которые оборудуют специальными ограждениями, защищающими место сварки от ветра, сквозняков и атмосферных осадков.
5. Сварщики должны быть обеспечены спецодеждой и инструментом соответственно выполняемому виду сварки.
6. Рабочие места обеспечивают первичными средствами пожаротушения.

Производственная ситуация №15

Укажите правильную комплектацию сварочного поста РАД.

Ответ:

- Источник сварочного тока. Это может быть инвертор ММА, полуавтомат MIG/MAG, выпрямитель или трансформатор, в зависимости от типа сварки.
- Сварочные кабели. Обеспечивают передачу тока от аппарата к изделию и горелке/электрододержателю.
- Сетевой провод. Должен быть проложен в защитном коробе для предотвращения повреждения изоляции.
- Газовые резаки и горелки. Используются для газопламенной сварки и резки.
- Сварочный стол. На него помещаются изделия и к нему подключается масса.
- Инструменты и приспособления. К ним относятся молотки, шлакоотделители, шлифовальные машины, струбицы, щётки по металлу и рулетки.
- Подставки с роликами. Используются для удобства сварки цилиндрических изделий, фланцев и других сложных форм.
- Средства индивидуальной защиты. Обязательно наличие сварочной маски, рукавиц, головного убора, термоустойчивого костюма, обуви.
- Печка для просушки электродов. Поддерживает защитные свойства обмазки.
- Вытяжка с принудительным отсосом дыма. Необходима для удаления вредных газов и дыма, образующихся при сварке.

Также могут потребоваться сеть переменного тока напряжением 380–220 В и магистраль сжатого воздуха.

Комплектация сварочного поста зависит от условий на производстве и специфики выполняемых работ.

Производственная ситуация №16

Укажите последовательность зажигания сварочной дуги контактным и бесконтактным способом.

Ответ:

Вольфрамовый электрод прикасается к изделию, после чего при подъёме горелки возбуждается дуга. Процесс производится на токе малых значений, который увеличивается по мере зажигания дуги и достигает необходимых значений.

Последовательность зажигания сварочной дуги бесконтактным способом: поджиг дуги обеспечивает высокочастотный генератор. Сварочная дуга возникает после нажатия на кнопку на сварочной горелке при расстоянии между электродом и изделием 1,5–3 мм.

Бесконтактный способ используется на металлоконструкциях, когда недопустим поверхностный ожог, например, при сварке высоколегированных коррозионностойких сталей и сплавов.

Контактный способ применяют при сварке малоответственных конструкций, когда возможен ожог поверхности дуговым разрядом. Зажигать дугу контактным способом следует при сварочном токе, уменьшенном до 7–10 А.

Производственная ситуация №17

Укажите последовательность и правильность заточки вольфрамового электрода.

Ответ:

1. Подготовка оборудования. Заточной аппарат должен быть специально предназначен для работы с вольфрамом. Также важно правильно выбрать абразивный диск — предпочтение следует отдать дискам с мелким зерном.

2. Выбор угла заточки. Он варьируется в зависимости от толщины металла и типа сварки:

- Для сварки тонких листов и мелких деталей чаще всего используют угол в 15–30 градусов.

- При сварке толстого металла предпочтение отдаётся более крутым углам в 30–45 градусов.

- Для универсального использования, когда сварщик выполняет различные виды задач, оптимальным является угол в 60 градусов.

3. Аккуратная шлифовка наконечника. Электрод нужно двигать вдоль абразивного диска для получения ровной и чистой поверхности.

4. Избегание перегрева электрода. При заточке важно не допустить перегрева, чтобы не повредить структуру вольфрама и сохранить его сварочные свойства.

Также рекомендуется затачивать электрод вдоль, а не поперёк, чтобы сконцентрировать дугу и избежать её рассеивания.

Производственная ситуация №18

Укажите параметры режимов – сила тока, расход газа, диаметр вольфрамового электродов, газовых сопел, присадочных прутков, сварки TIG 141 стали 08X18H10T. Толщина – 5 мм, пространственное положение горизонтальное.

Ответ:

08X18H10T – Нержавеющая сталь, 0,08 % углерода, 18% хрома, 10% никеля и 1% титана.

При толщине металла 5 мм - с V-об разной разделкой кромок

Диаметр вольфрамового электрода -3 – 4 мм

Диаметр присадочной проволоки - 1,6–2,0 мм

Сила тока - 90–120 А

Расход аргона – 7-8 л/мин

При сварке нержавеющей сталей в горизонтальном положении необходимо накладывать узкие валики без поперечных колебаний электрода. Выполнением шва узкими валиками достигается наиболее надежная защита металла шва и исключается возможность его перегрева. Ширина валиков должна быть не более трех диаметров электрода. 90 Скорость движения электрода (сварки) должна быть равно мерной, а расстояние между соседними чешуйками – одинаковым

Производственная ситуация №19

Укажите параметры режимов – сила тока, расход газа, диаметр вольфрамового электродов, газовых сопел, присадочных прутков, сварки TIG 141 стали 08X18H10T. Толщина – 5 мм, пространственное положение нижнее.

Ответ:

08X18H10T – Нержавеющая сталь, 0,08 % углерода, 18% хрома, 10% никеля и 1% титана.

При толщине металла 5 мм - с V-об разной разделкой кромок

Диаметр вольфрамового электрода -3 – 4 мм

Диаметр присадочной проволоки - 1,6–2,0 мм

Сила тока - 90–120 А

Расход аргона – 7-8 л/мин

При сварке нержавеющей сталей в горизонтальном положении необходимо накладывать узкие валики без поперечных колебаний электрода. Выполнением шва узкими валиками достигается наиболее надежная защита металла шва и исключается возможность его перегрева. Ширина валиков должна быть не более трех диаметров электрода. Скорость движения электрода (сварки) должна быть равно мерной, а расстояние между соседними чешуйками – одинаковым

Производственная ситуация №20

Укажите параметры режимов – сила тока, расход газа, диаметр вольфрамового электродов, газовых сопел, присадочных прутков, сварки TIG 141 алюминиевого сплава. Толщина – 5 мм, без разделки, двухстороннее

Ответ:

Диаметр вольфрамового электрода -3,0– 4,0 мм

Диаметр присадочной проволоки – 2,0–3,0 мм

Сила тока - 120–180 А

Расход аргона – 8 – 10 л/мин

Число проходов - 2

Алюминий и его сплавы свариваются на прямой полярности, на электроде минус. Сварку выполняют переменным током.

4.Комплект билетов.

5.Экзаменационная ведомость.

Оценка запланированных результатов по МДК

Результаты (освоенные общие компетенции)	Показатели оценки результата
Уметь:	
У1-- Проверять работоспособность и исправность оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе	Правильно подбирает инструмент и оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе
У2 - Настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе	Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования
	Выполняет ручную дуговую сварку различных деталей из углеродистых и конструкционных

УЗ - Выполнять ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе различных деталей и конструкций во всех пространственных	сталей во всех пространственных положениях сварного шва.
Знать:	
31- Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе, и обозначение их на чертежах	Читает чертежи, схемы, технологические карты, знает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе, и обозначение их на чертежах
32 - Основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе	Знает основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе
33 - Сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе	Знает сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки,) неплавящимся электродом в защитном газе
34 - Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения	Знает устройство сварочного и вспомогательного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения
35 - Основные типы и устройства для возбуждения и стабилизации сварочной дуги (сварочные осцилляторы)	Знает основные типы и устройства для возбуждения и стабилизации сварочной дуги (сварочные осцилляторы)
36 - Правила эксплуатации газовых баллонов	Знает правила эксплуатации газовых баллонов
37- Технику и технологию ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе для сварки различных деталей и	Знает и выполняет ручной дуговой сваркой неплавящимся электродом в защитном газе различные детали и конструкции в различных пространственных положениях сварного шва

конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.	
38- Причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при ручной дуговой сварке (наплавке) неплавящимся электродом в защитном газе.	Знает причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при ручной дуговой сварке (наплавке) неплавящимся электродом в защитном газе.
ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес	Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях.
ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем	Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии.
ПК 3.1 Основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе	Перечисляет основные группы и марки материалов, сварки (наплавки) неплавящимся электродом. Осуществляет подбор сварочных материалов для сварки (наплавки) неплавящимся электродом. Объясняет устройство сварочного и вспомогательного оборудования для сварки (наплавки) неплавящимся электродом, назначение и условия работы контрольно измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения. Выполняет технологию сварки (наплавки) неплавящимся электродом сталей во всех пространственных положениях сварного шва. Излагает этапы проведения предварительного и сопутствующего (межслойного) подогрева металла. Объясняет причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых изделиях. Анализирует причины возникновения дефектов сварных швов при сварке (наплавки) неплавящимся электродом сталей, и устраняет их.
ПК 3.2 Сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой	Перечисляет основные группы и марки цветных металлов и сплавов, сварки (наплавки) неплавящимся электродом

сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе	Осуществляет подбор сварочных материалов для сварки (наплавки) неплавящимся электродом из цветных металлов и сплавов. Объясняет устройство сварочного и вспомогательного оборудования для сварки (наплавки) неплавящимся электродом, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения. Осуществляет настройку оборудования для сварки (наплавки) неплавящимся электродом. Выполняет технологию сварки (наплавки) неплавящимся электродом из цветных металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва. Излагает этапы проведения предварительного и сопутствующего (межслойного) подогрева металла. Объясняет причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых изделиях. Анализирует причины возникновения дефектов сварных швов при сварке (наплавке) неплавящимся электродом из цветных металлов и сплавов, и устраняет их.
ПК 3.3 Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения	Осуществляет подбор наплавочных материалов для сварки (наплавки) неплавящимся электродом. Объясняет этапы подготовки и проверки сварочных материалов для сварки (наплавки) неплавящимся электродом. Выполняет проверку оснащённости сварочного поста сварки (наплавки) неплавящимся электродом. Осуществляет проверку работоспособности и исправности оборудования поста сварки (наплавки) неплавящимся электродом. Выполняет сварку (наплавку) неплавящимся электродом различных деталей. Объясняет причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в наплавляемых изделиях.

4.Комплект билетов - 25 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 (Ф.И.О.) (подпись) «___» _____ 20__ г.	Экзаменационный билет №1 по ПМ 03 Ручная дуговая сварка (наплавка) неплавящимся электродом в защитном газе 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. Сущность ручной аргонодуговой сварки. Преимущества и недостатки. 2. Дефекты сварных швов конструкций выполненных РАД, способы их предупреждения и устранения 3. Практико-ориентированное задание Укажите порядок исправления шва со скоплением газовых пор на части его сечения.		

Критерии оценки ответов, обучающихся:

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.

«4» (хорошо) – если студент полно освоил учебный материал, владеет научно-понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет теоретические знания на практике, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.

«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 практико - ориентированные вопросы; не умеет доказательно обосновать собственные суждения.

«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.03.01. Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся
электродом в защитном газе*

подготовки квалифицированных рабочих, служащих

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

Дальнегорск, 2023 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 03.01. «Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе».

Разработчики: Гаврикова Елена Юрьевна

Организация-разработчик: КГА ПОУ «ДИТК»

Разработчик: Гаврикова Елена Юрьевна, преподаватель

ОДОБРЕН

цикловой методической комиссией

Протокол № 1

от «30» августа 2023 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 03.01. «Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе» 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 иметь практический опыт:

- проверки оснащённости сварочного поста ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе;
 - проверки оснащённости сварочного поста ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе;
 - проверки работоспособности и исправности оборудования поста ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе;
 - проверки наличия заземления сварочного поста ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе;
 - подготовки и проверки сварочных материалов для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе;
 - настройки оборудования ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе для выполнения сварки;
- ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе различных деталей и конструкций;

Обучающийся должен уметь:

- проверять работоспособность и исправность оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе;
- настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе;
- выполнять ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях;

Обучающийся должен знать:

- основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе, и обозначение их на чертежах;
- основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе;
- сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе;
- устройство сварочного и вспомогательного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения;
- основные типы и устройства для возбуждения и стабилизации сварочной дуги (сварочные осцилляторы);

- правила эксплуатации газовых баллонов;
 - техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе для сварки различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва;
- причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при ручной дуговой сварке (наплавке) неплавящимся электродом в защитном газе.

Личностные результаты.

Личностные результаты реализации программы воспитания (дескрипторы)	Код личностных результатов реализации программы воспитания
Портрет выпускника СПО	
Осознающий себя гражданином и защитником великой страны.	ЛР 1
Принимающий цели и задачи научно-технологического, экономического, информационного развития России, готовый работать на их достижение. Стремящийся к формированию в сетевой среде личностного и профессионального, конструктивного «цифрового следа».	ЛР 6
Готовый соответствовать ожиданиям работодателей: проектно мыслящий, эффективно взаимодействующий с членами команды и сотрудничающий с другими людьми, осознанно выполняющий профессиональные требования, ответственный, пунктуальный, дисциплинированный, трудолюбивый, критически мыслящий, нацеленный на достижение поставленных целей; демонстрирующий профессиональную жизнестойкость.	ЛР 7
Уважающий этнокультурные, религиозные права человека, в том числе с особенностями развития; ценящий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.	ЛР 9
Осознающий приоритетную ценность личности человека; уважающий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.	ЛР 12
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные ключевыми работодателями	
Умение реализовывать личностные качества в производственном процессе	ЛР 13
Стрессоустойчивость, коммуникабельность	ЛР 14
Опыт научно-исследовательской деятельности	ЛР 15
Открытый к текущим и перспективным изменениям в мире труда, демонстрирующий навыки самообразования и саморазвития.	ЛР 16
Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные субъектами образовательного процесса	
Инновационность мышления в реализации производственных задач	ЛР 17
Выполнение социальных норм и правил, внутреннего распорядка колледжа и предприятия	ЛР 28

Профессиональная идентичность и ответственность	ЛР 19
Самооценка и рефлексия результатов своей деятельности и развития	ЛР 20

Формируемые ОК:

Код	Наименование общих компетенций
ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем

Формируемые ПК:

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
ВД 1	основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе, и обозначение их на чертежах;
ПК 3.1.	основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе;
ПК 3.2.	сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе;
ПК 3.3.	устройство сварочного и вспомогательного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения

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 оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе	Правильно подбирает инструмент и оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе
У2 - Настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе	Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования
У3 - Выполнять ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях.	Выполняет ручную дуговую сварку различных деталей из углеродистых и конструкционных сталей во всех пространственных положениях сварного шва.
ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять	Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях.

к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии.
Знать:	
31- Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе, и обозначение их на чертежах	Читает чертежи, схемы, технологические карты, знает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе, и обозначение их на чертежах
32 - Основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе	Знает основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе
33 - Сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе	Знает сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки,) неплавящимся электродом в защитном газе
34 - Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения	Знает устройство сварочного и вспомогательного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения
35 - Основные типы и устройства для возбуждения и стабилизации сварочной дуги (сварочные осцилляторы)	Знает основные типы и устройства для возбуждения и стабилизации сварочной дуги (сварочные осцилляторы)
36 - Правила эксплуатации газовых баллонов	Знает правила эксплуатации газовых баллонов
37- Технику и технологию ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе для сварки различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.	Знает и выполняет ручной дуговой сваркой неплавящимся электродом в защитном газе различные детали и конструкции в различных пространственных положениях сварного шва
38- Причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при ручной дуговой сварке	Знает причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при

(наплавке) неплавящимся электродом в защитном газе.	ручной дуговой сварке (наплавке) неплавящимся электродом в защитном газе.

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. Выполнение ручной дуговой сварки неплавящимся электродом в защитном газе углеродистых сталей, цветных металлов и их сплавов				
Тема 1.1 Оборудование сварочного поста для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе.	34-36 У 1 ПК 3.1-3.3 ОК 01-02, ЛР 1, 4, 6, 7, 9,12-20	Устный опрос, практические занятия, тестирование.		
Тема 1.2. Технология ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе углеродистых и легированных сталей, цветных металлов и их сплавов	31-38 У 2-3 ПК 3.1-3.3 ОК 01-02, ЛР 1, 4, 6, 7, 9,12-20	Устный опрос, практическая работа.		
			31-38 У 1 ОК1-ОК2	Экзамен

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.

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

1. 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: не допускаются
6. Требования охраны труда: выполнение норм санитарного законодательства.

3. Пакет экзаменатора:

3.1. Перечень тем выносимых на экзамен:

1. Оборудование сварочного поста для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе.

2. Технология ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе углеродистых и легированных сталей, цветных металлов и их сплавов

3.2. Перечень вопросов, выносимых на экзамен

1. Сущность ручной аргонодуговой сварки. Преимущества и недостатки.
2. Оборудование для аргонодуговой сварки.
3. Источники питания, применяемые для РАД: назначение, классификация, технические характеристики, основные требования к источникам питания для РАД.
4. Вспомогательное оборудование и аппаратура для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе.
5. Инструменты и принадлежности сварщика для выполнения РАД.
6. Этапы сварки аргоном.
7. Устройство и принцип работы горелок для ручной аргонодуговой сварки.
8. Конструкция и принцип работы аппарата для аргонодуговой сварки переменным и постоянным током
9. Конструкция и принцип работы осциллятора для ручной аргонодуговой сварки.
10. Назначение газового редуктора.
11. Назначение и выбор газового сопла.
12. Назначение газовых линз.
13. Сварочные материалы для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе.
14. Защитные газы, применяемые для РАД.
15. Вольфрамовые неплавящиеся электроды, применяемые для РАД.
16. Присадочные материалы применяемые для РАД.
17. Вольт - амперная характеристика ручной дуговой сварке неплавящимся электродом в среде защитных газов.
18. Подготовка поверхностей изделий из углеродистых сталей, конструкционных и легированных сталей, цветных металлов и их сплавов под аргоновую сварку.
19. Подготовка кромок для сварных соединений, выполняемых РАД.
20. Параметры режима аргоновой сварки углеродистых, конструкционных и легированных сталей, цветных металлов и их сплавов.
21. Способы зажигания дуги в РАД.
22. Особенности техники и технологии РАД различных конструкций из углеродистой, конструкционной и легированной стали.
23. Особенности техники и технологии РАД различных конструкций из цветных металлов и их сплавов.
24. Сварка алюминия и его сплавов.
25. Сварка меди и её сплавов.
26. Дефекты сварных швов конструкций выполненных РАД, способы их предупреждения и устранения
27. Техника безопасности при аргоновой сварке.
28. Правила эксплуатации баллонов с защитными газами.

Эталоны ответов на вопросы

1. Сущность ручной аргонодуговой сварки. Преимущества и недостатки.

Сущность процесса ручной дуговой сварки неплавящимся электродом в защитных газах (TIG/WIG): кромки свариваемого изделия и присадочного металла расплавляются дугой, горящей между неплавящимся электродом и изделием. Дуга, сварочная ванна, торец

присадочной проволоки и кристаллизующийся шов защищены от воздействия воздуха газом, подаваемым в зону сварки горелкой.

Аргонодуговая сварка применяется в тех случаях, когда необходимо сварить 2 материала, которые не соединяются обычным видом сварки, такие как медь, титан, алюминий, нержавеющей стали, циркония и других неферромагнитных металлов. При использовании данного типа сварки можно получить сварные швы достаточно высокого качества.

Аргонная сварка – это процесс соединения металлических изделий в среде инертного газа аргона. В ходе сварки этот газ подается в зону расплава и вытесняет воздух за счет большей удельной плотности. В то же время аргон мало реагирует с металлами, поэтому в процессе работы не образуется шлака. В результате обеспечивается надежная защита сварочной ванны от внешней среды.

Данный метод сварки является достаточно сложным, так как требует высокой квалификации сварщика. Ручная аргонодуговая сварка выполняется двумя руками: одной рукой держится сварочная горелка, другой подается прутки в зону сварки.

При сварке главное поддерживать короткую дугу, при этом не допускать контакта между электродом и заготовками.

К преимуществам относятся:

- Малая зона нагрева, благодаря которой свариваемые изделия испытывают минимальную деформацию;
- Аргон относится к инертным газам и его плотность выше плотности воздуха - это обеспечивает максимальную защиту зоны сваривания;
- Высокая тепловая мощность дуги позволяет проводить сварку за короткий промежуток времени;
- Нет трудозатрат на обработку шва после сварки;
- Возможность сварить материалы, которые невозможно сварить другими видами сварки.

Недостатками аргонодуговой сварки являются:

- Сложности при сварке на улице при ветренной погоде. Ветер выдувает аргон из зоны сварки. Для обеспечения защиты необходимо обеспечивать ветрозащиту, либо увеличивать поток аргона;
- Перед сварки материалы должны пройти более качественную подготовку;
- При розжиге вне зоны сварки появляется след, который необходимо зачистить;
- Сварка материалов под острым углом не очень удобна из-за конструкции горелки.

2. Оборудование для аргонодуговой сварки.

Сварочное оборудование подразделяется на универсальное, специальное и специализированное. Универсальный сварочный аппарат аргонно дуговой сварки выпускается серийно и является наиболее широко востребованным. Аргонная сварка в большинстве случаев выполняется в производственных условиях на специально оснащем рабочем месте, которое именуется «сварочный пост». Установка аргонно дуговой сварки с использованием неплавящегося вольфрамового электрода в среде аргона оборудована следующими элементами:

- источником сварочного тока — постоянного и/или переменного;
- горелкой или их комплектом, предназначенным для работы на разных токах;
- устройством, обеспечивающим первоначальное возбуждение дуги или

стабилизирующим дугу переменного тока;

- аппаратурой, которая управляет сварочным циклом и его защитой;
- устройством для компенсации или регулирования постоянной составляющей тока.

3. Источники питания, применяемые для РАД: назначение, классификация, технические характеристики, основные требования к источникам питания для РАД.

В качестве источника питания (ИП) в установках для аргонодуговой сварки применяют выпрямители с падающими или крутопадающими вольтамперными характеристиками. Для формирования тока сварки в выпрямителях используются трансформаторы с нормальным или повышенным регулируемым магнитным рассеянием и трансформаторы, управляемые посредством неподвижного магнитного шунта; выпрямительные блоки — мостовые двухфазные или шестифазные с транзисторным или тиристорным регулированием тока).

Такие схемы построения ИП дают возможность более точной настройки режима сварки, что очень важно из-за затрудненного теплоотвода с боковых поверхностей вольфрамового электрода и ограничения плотности тока, определяющей стойкость вольфрамового электрода.

Обычно в одном корпусе с источником питания размещаются система охлаждения сварочной горелки (встроенный водоохладитель при жидкостной системе охлаждения) и электронные схемы системы управления сварочным процессом, включающие осцилляторы (возбудители дуги), устройства подавления постоянной составляющей тока (используются в установках переменного тока), генераторы импульсов, устройства заварки кратера (блоки формирования спада тока), фильтры и т. д.

Требования к источнику питания определяются родом сварочного тока (постоянный, переменный) и характером его модуляции (непрерывный, импульсный униполярный, импульсный разнополярный, высокочастотный), которые в свою очередь зависят от марки и толщины свариваемого металла.

4. Вспомогательное оборудование и аппаратура для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе

Осцилляторы и возбудители используются для начального зажигания дуги без короткого замыкания электрода на изделие. Они представляют собой источники высокого напряжения и высокой частоты, способные вызывать искровой разряд между электродом и деталью.

Для пробоя межэлектродного промежутка длиной 1 мм в воздухе требуется напряжение около 1 — 3 кВ, в аргоне напряжение пробоя снижается. Серийные осцилляторы и возбудители изготавливаются на напряжение 2 — 20 кВ. Ток разряда достигает 1 — 10 А, а его энергия 0,05 — 1 Дж. Пробой межэлектродного промежутка приводит к его ионизации, благодаря чему возникает дуга от основного источника.

Частота разряда у серийных осцилляторов и возбудителей составляет 100 — 1000 кГц. При такой частоте высокое напряжение безопасно для сварщика, поскольку высокочастотный ток протекает по поверхностным участкам тела и поэтому не вызывает электролиза крови и не повреждает жизненно важных органов. Различают поджигающие устройства непрерывного действия (осцилляторы) и импульсные (возбудители). С основным источником они могут включаться последовательно и параллельно.

5. Инструменты и принадлежности сварщика для выполнения РАД

При аргонодуговой сварке используют основной и вспомогательный рабочий инструмент, а также индивидуальные защитные средства. Основным инструментом является горелка для аргонодуговой сварки, сварочные провода, шланги для подвода аргона, газовый редуктор.

Вспомогательным инструментом сварщика является:

- Металлическая щетка
- Зубило
- Молоток слесарный
- Клеймо
- Набор шаблона для контроля правильности сборки и проверки размеров швов

Индивидуальные средства защиты сварщика:

- Брезентовый костюм
- Рукавицы (перчатки для аргонодуговой сварки)
- Ботинки сварщика
- Сварочные маски, щитки.

6. Этапы сварки аргоном

Алгоритм выполнения работ.

- **Очистите поверхность заготовки от загрязнений** при помощи специального инструмента, а затем подсоедините к обрабатываемой детали провод массы аналогично тому, как это делается при дуговой сварке.
- **Подключите горелку к сварочному аппарату и баллону.** Свободной рукой возьмите присадочную проволоку. Мощность тока выбирается в зависимости от толщины свариваемых заготовок по специальной таблице либо подбирается опытным методом.
- **Установите оптимальный режим сварки.** Основные стали и сплавы варятся при прямой полярности и постоянном токе. Цветные металлы свариваются переменным током при обратной полярности, что позволяет разрушить оксидную пленку. Отметим, что постоянный ток позволяет более равномерно прогревать соединяемые заготовки, избегая перегрева проволоки.
- **В начале работ откройте баллон с аргоном на 20 секунд.** После этого приблизьте сопло к плоскости металла, но не касайтесь ее, до электрода должен оставаться зазор около 2 мм. Между деталью и электродом инициируется электрическая дуга, обеспечивающая проплавление кромок и присадочного материала. Если сварка выполняется путем расплавления кромок деталей, то присадочная проволока не нужна. Направленный поток аргона вытесняет кислород из сварочной ванны, предотвращая бурление углерода. При выполнении сварки тугоплавким электродом дугу нельзя поджигать касанием стержня о металл. Это вызовет загрязнение электрода, кроме того, не получится эффективно ионизировать зазор между ним и плоскостью детали.
- **Движение горелки** должно быть направлено вдоль шва, поперечные колебания не делаются. Проволока должна подаваться постепенно и находиться перед соплом. Не делайте резких движений, иначе могут появиться брызги металла.

Для получения прочного и аккуратного шва необходимо выдерживать постоянное расстояние от горелки до плоскости материала. Электрод необходимо держать как можно ближе к поверхности заготовки. Чем короче дуга, тем лучше проплавляется металл.

При длинной дуге снижается качество соединения, ухудшается его прочность и эстетический вид. При правильном выполнении операции соединение имеет постоянную ширину по всей длине, шов приобретает чешуйчатую поверхность.

По окончании сварки газ не закрывают еще в течение 7-10 секунд. Это позволяет продуть сопло горелки.

7. Устройство и принцип работы горелок для ручной аргонодуговой сварки.

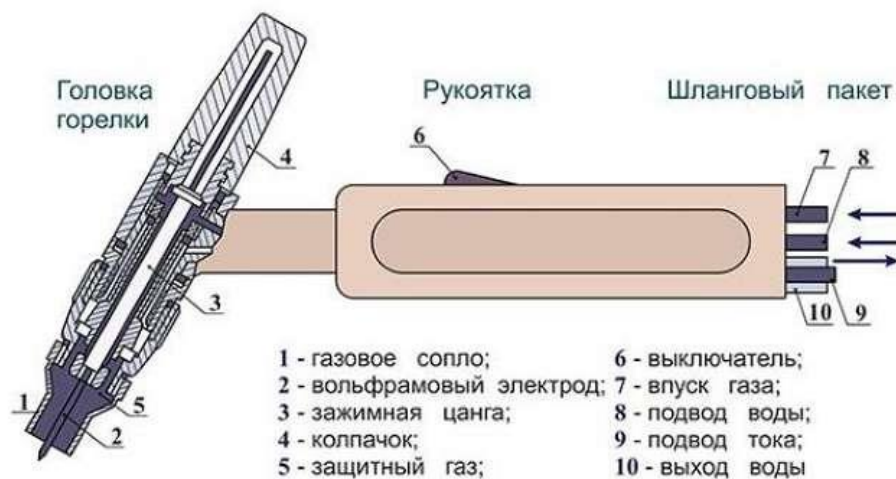
В ходе работ сварщики используют не только присадочные прутки, но и специальные вольфрамовые электроды, которые практически не правятся. Именно для их фиксации и необходима аргонодуговая горелка. Крайне рекомендуется, чтобы она имела относительно небольшой вес, поворотную головку и выдерживала заявленный производителем уровень нагрузки.

Сварочная аргоновая горелка служит и отвечает за проходимость электрического тока во время сварки электродом. Она образует сварочное пламя, благодаря которому металл нагревается и расплавляется. Именно благодаря аргоновой сварке, а соответственно и аргоновой горелке, швы получаются красивыми, ровными и прочными.

Виды ТИГ горелок

Условно все существующие горелки для сварки в среде защитных газов можно разделить на несколько основных типов. Так, например, ориентируясь на тип охлаждения, выделяют два вида:

- ТИГ горелки с воздушным охлаждением. В таких устройствах отсутствуют дополнительные элементы, отвечающие за отвод температуры. Распределение тепла происходит естественным образом. Это значит, что пользователю не придется подключать вспомогательное оборудование для обеспечения подачи охлаждающей жидкости, что очень удобно. Но существует один нюанс. Такие горелки тиг с воздушным охлаждением категорически не подходят для работы на высоких токах. Опытные мастера рекомендуют использовать их при сварке до 200 А, в противном случае лучше отдать предпочтение устройству другого типа.
- Аргонодуговые горелки с водяным охлаждением. Эта разновидность идеальна для работы с большими токами. За отвод температуры здесь отвечает специальная система, подводящая к корпусу жидкость, а точнее воду. СОЖ движется по специальным шлангам. Горелки тиг с водяным охлаждением без проблем могут быть использованы для работы с длинными швами на токах от 250 до 600 А.



Представленная выше классификация наиболее популярна, но она не единственная. Нередко разделяют по видам аргонодуговые горелки не только по типу охлаждения, но и опираясь на особенности строения. В зависимости от типа управления выделяют еще 3 вида устройств:

- Тиг горелка с вентилем. Считается самым простым, базовым вариантом. Для обеспечения подачи газа специалисту достаточно немного открутить специальный вентиль. Такая регулировка проста в своей реализации, а значит и реже подвержена поломкам. Вентильная горелка тиг плохо подходит для сварки алюминия. Так что, если перед вами стоит такая задача, то лучше присмотреться к другой модели.
- Тиг горелка с кнопкой. Это более совершенный и практичный вариант. Обычно небольшой кнопочный переключатель на корпусе может иметь сразу несколько положений, отвечающих за различные параметры. Так, одним нажатием, пользователь может обеспечить подачу газа, отрегулировать силу тока или даже разжечь дугу. Кнопочные устройства проще и удобнее в использовании, помогают обеспечить отличное качество выполняемых работ, хорошо подходят новичкам.
- Комбинированные тиг горелки. Имеют и вентиль, и кнопку. Если у вас мало опыта, то такую модель лучше не покупать, так справиться с ней будет тяжело. А вот мастера с большим стажем работы уже давно оценили их по достоинству и активно используют.

Достаточно часто горелки тиг для инвертора делят на категории еще и в соответствии с типом корпуса. Так, в магазинах вы можете увидеть сразу два типа устройств: гибкие и негибкие. У каждого специалиста свои предпочтения, популярны горелки с различными гусками, это просто вопрос удобства и разновидности выполняемых задач.

8. Конструкция и принцип работы аппарата для аргонодуговой сварки переменным и постоянным током

Для выполнения аргонодуговой сварки используются специальные сварочные аппараты, в которых объединены элементы конструкции электродуговых и газовых сварочных устройств.

Аппараты, с помощью которых выполняется аргонодуговая сварка, могут быть нескольких типов: *универсальные, специализированные и специальные*. Наиболее распространенным из-за своей высокой функциональности является сварочное оборудование *универсального типа*. Используя его, можно одинаково успешно выполнять аргонную сварку как в производственных, так и в домашних условиях. В отличие от универсальных аппаратов, *специальные и специализированные* используются для выполнения сварочных работ только в производственных условиях.

Адаптер, предназначенный для проведения сварки вольфрамовым электродом и используемый в паре с выпрямителем.

Аргонодуговое оборудование, относящееся к категории универсального, состоит из следующих обязательных элементов:

- сварочной горелки (лучше иметь набор таких горелок с разными параметрами);
- устройства, с помощью которого выполняется регулировка или компенсация постоянной составляющей сварочного тока;
- источника постоянного (DC) или переменного (AC) тока (нередко используются аппараты, в которых есть оба таких источника);

- устройства, при помощи которого обеспечивается управление циклом сварки и его защита;
- устройства, отвечающего за быстрое зажигание сварочной дуги, а также ее стабилизацию в процессе дальнейшего горения.

Универсальные аппараты часто оснащают дополнительными модулями, позволяющими повысить эффективность выполнения сварочных работ, значительно улучшить качество и надежность формируемых соединений. Добиться таких результатов позволяют, в частности, следующие передовые методики:

- предварительный прогрев сварочной проволоки перед началом выполнения работ;
- применение устройств, вырабатывающих пульсирующий сварочный ток (использование пульсирующего тока минимизирует деформации в готовом соединении, дает возможность качественно проплавливать металл при выполнении работ в любых пространственных положениях);
- выполнение аргонодуговой сварки с использованием одновременно нескольких электродов из вольфрама (целесообразно применение такой методики в том случае, если сварка выполняется на высоких скоростях и необходимо сформировать качественные сварные швы без подреза).

Самыми популярными универсальными сварочными аппаратами, используемыми для выполнения работ в защитной среде аргона, являются **инверторы**.

- Инверторы – это мобильные устройства, поскольку они обладают небольшими габаритами и относительно легким весом.
- Эти аппараты просты в эксплуатации и обслуживании. Для того чтобы запустить работу такого устройства и включить подачу аргона в зону выполнения сварочных работ, достаточно нажатия одной кнопки.
- Сварной шов, формируемый при помощи аргонодугового аппарата, получается не только качественным и надежным, но и очень аккуратным. Благодаря этому использовать инверторы можно даже в тех случаях, когда к внешнему виду сварного шва предъявляются повышенные требования.
- По сравнению со сварочными аппаратами других типов инверторы потребляют меньше энергии.
- Сварочную дугу при помощи таких устройств можно зажигать как контактным, так и бесконтактным способом.
- Использование такого аргонодугового оборудования дает возможность выполнять качественные соединения даже тонкостенных деталей.
- В конструкцию инвертора встроена электрическая схема, отвечающая за стабилизацию сварочного тока, что исключает незапланированные затухания электрической дуги в процессе выполнения работ.
- Работы, выполняемые с использованием инвертора, отличаются высокой производительностью.
- Использование такого оборудования отличается высокой безопасностью, так как имеющийся в его конструкции вентилятор позволяет эффективно выводить из зоны сварки вредные летучие соединения.

9. Конструкция и принцип работы осциллятора для ручной аргонодуговой сварки.

Когда сварщику предстоит работа с высоколегированной сталью, он выбирает постоянный ток и электроды с соответствующим покрытием. Для нержавеющей стали подходит вольфрамовый расходник. Алюминий сваривают аппаратом переменного тока. материалы могут меняться в зависимости от условий работы и состава металла. Стабильным остается только один фактор: необходимость розжига дуги. Зачастую сделать это непросто, поскольку многие металлы покрываются слоем защитной пленки, которая препятствует контакту между электродом и стыком. Для решения проблем розжига электрической дуги разработали специальное устройство.

Розжиг электродуги

Для работы с электродуговой сваркой требуются навыки. И речь идет не только о самом процессе формирования шва. Уже на начальном подготовительном этапе нужно иметь некоторый опыт, чтобы подготовить устройство к работе и, как минимум, разжечь электрическую дугу. Она генерируется в результате взаимодействия противоположных полюсов электрической цепи. Одним из них выступает электрод, а другим – поверхность, а точнее сказать стык двух заготовок.

Воздух является отличным изолятором. К примеру, чтобы электрический разряд смог пробить воздушную «подушку» толщиной 1 сантиметр, потребуется разница потенциалов между катодом и анодом в 30 тысяч вольт. Такое не под силу даже наиболее совершенным и навороченным инверторам. Поэтому единственно приемлемым вариантом розжига электрической дуги остается плотный контакт с последующим умеренным удалением электрода от рабочей поверхности.

Подобные манипуляции совершить «с ходу» не получится. Требуется хотя бы немного попрактиковаться. Даже опытные сварщики не дают гарантии, что дугу удастся поджечь с первого раза. Существует много объективных (и субъективных тоже) факторов, которые влияют на результат. Учесть их и предвидеть все очень непросто.

Часто сварщик выполняет серию постукиваний электродом о металл, пытаясь разрушить образовавшийся во время работы слой окисла. Чаще всего подобные трудности возникают при работе с заготовками из цветных металлов. Учитывая то, что для работы с цветметом необходим ток малой силы, то становится очевидным тот факт, что генерировать стабильную электрическую дугу становится сложнее.

Избежать проблем с розжигом дуги позволяет специальное устройство, которое называется *осциллятором*. Оно применяется как дополнительное устройство источника питания при аргонодуговой сварке. Но использовать его могут только опытные специалисты. Необходимо знать тонкости подключения и эксплуатации оборудования.

Что такое осциллятор

Осциллятор – это генератор, вырабатывающий высокочастотный ток, связывающий анод и катод при сварке без контакта между ними. В рабочую схему данная установка подключается между держателем и источником напряжения сварочного аппарата. Существуют варианты, которые интегрируются в сборку оборудования для сварки металла. Осцилляторы функционируют по таким схемам:

- генерируют короткий импульс, который способен возбудить сварочную дугу без физического контакта анода и катода. Со стороны это будет выглядеть как разряд небольшой молнии, которая перемещается по направлению от электрода к рабочей поверхности. После достижения поверхности заготовок (при условии, что масса подключена) устанавливается

устойчивый контакт в виде электрической дуги. Импульс носит кратковременный характер и затухает сразу же после розжига дуги;

- постоянно поддерживать высокое напряжение, которое фактически накладывается на сварочный ток. Благодаря этому сохраняется стабильность сварочной дуги и непрерывно выполняется сварка деталей.

Устройство

Благодаря подключению осциллятора в схему работы сварочных аппаратов обеспечивается дистанционный розжиг дуги. Ее стабильность поддерживается на протяжении всего процесса сварки. Она остается статичной величиной даже при изменяющемся расстоянии между расходным материалом и рабочей поверхностью. Большинство осцилляторов обладают схожим устройством и состоят из таких узлов:

- выпрямитель;
- источник питания;
- блок конденсаторов для накопления заряда;
- блок управления;
- узел с разрядником и колебательным контуром, предназначенный для генерации импульса;
- повышающий трансформатор;
- датчик напряжения;
- газовый клапан (в аргонодуговых инверторах).

Принцип работы

Включение осциллятора в комплект оборудования сварщика дает возможность разжигать дугу бесконтактно. Это не только заметно облегчает работу сварщика, но плюс к этому экономит его время и обеспечивает стабильность работы оборудования. В большинстве случаев такие установки применяются как обособленные элементы, но иногда встречаются сварочные аппараты с интегрированными осцилляторами. То есть источник тока и сам прибор заключены в одном корпусе.

Основная задача устройства генерирования высокочастотного импульса заключается в том, чтобы изменить характеристики входящего напряжения. Повышается частота, напряжение и уменьшается длительность импульса. Его длительность не превышает одной секунды. Схема работает по такому принципу (на примере аргонодугового инвертора):

1. После нажатия расположенной на горелке кнопки замыкается электрическая цепь.
2. На входе находится выпрямитель, который делает ток однонаправленным.
3. В конденсаторах накапливается напряжение, которое необходимо для генерации разряда.
4. Освобожденный ток поступает на контур, который состоит из конденсатора и катушки индуктивности. Он отвечает за формирование определенного числа колебаний.
5. Ток проходит по обмотке первичного, а затем вторичного контура повышающего трансформатора. В этот момент повышается вольтаж.
6. Освобождается импульс.
7. Параллельно открывается газовый клапан.
8. В результате импульса образуется разряд, который замыкает цепь между электродом и поверхностью свариваемых деталей. Важно, чтобы до этого кабель массы был подключен.

9. После того, как по мостику из разряда начинает протекать сварочный ток, импульс затухает. Сварочный аппарат работает в штатном режиме согласно предварительно выставленным настройкам.

10. Когда электрод удаляется от поверхности металла и сварочная дуга гаснет, осциллятор в течении 4 секунд продувает горелку аргоном.

Для чего применяется

Осцилляторы чаще всего применяются при сваривании цветных металлов. Когда возникает необходимость в соединении меди, алюминия или нержавеющей стали, устройство позволяет быстро возбудить электрическую дугу, избежав утомительного чирканья электродом о поверхность заготовок.

Устройство очень удобно применять, когда требуется точно положить шов. Специалист подводит вольфрамовый наконечник до края стыка, после чего требуется нажать кнопку возбуждения электрической дуги и опустить маску. Благодаря осциллятору шов будет одинаковым как вначале, так и посередине стыка. Помимо этого, не потребуются постобработка от следов прикосновения электрода, которые обязательно образовались бы в процессе розжига дуги. Оборудование устанавливается на аппараты плазменной резки и дает возможность сразу начать разделывание металла.

Еще используется осциллятор при работе с тонколистовым металлом. Чтобы заготовки не прожигались, сварщики выставляют на инверторах низкое значение тока. Помимо того, что с такими параметрами разжечь дугу сложно, так она еще и гаснет при малейшем отклонении электрода от сварочной ванны. Подключение осциллятора в схему позволяет упростить работу, получить на выходе стабильную дугу и ее бесперебойный розжиг вначале.

Разновидности

Использовать осциллятор можно по-разному в зависимости от вида работ и типа устройства. Общим для всех вариантов оборудования является необходимость преобразования тока до значений в 3000-5000 В и повышение частоты до 150-500 КГц. Основное отличие состоит в продолжительности высокочастотного импульса. По принципу работы устройства бывают двух видов.

Непрерывного действия

Особенность заключается в том, что высокочастотный и сварочный токи суммируются. Дуга поджигается бесконтактным способом. Дуга остается стабильной даже при небольших показателях силы тока. Поражение специалиста электрическим разрядом, а также разбрызгивание расплава исключены. Неважен способ подключения оборудования в схему – параллельный или последовательный.

При последовательном подключении устройство присоединяется к кабелю, подающему напряжение на электрод. Такой вариант включения осциллятора является наиболее востребованным, поскольку наиболее эффективно используются его возможности. Не расходуется энергия на защиту от высокого напряжения. Модели непрерывного действия часто устанавливаются на трансформаторы и инверторы для работы с электродами покрытого типа.

Импульсные

Подключается параллельно и применяется тогда, когда сварочные работы выполняются переменным током. Оборудование должно очень быстро реагировать на смену полярности

и именно в этом состоит основная сложность. В таких условиях поддержать дугу, обеспечить стабильность можно только при помощи импульсного высокочастотного тока. Если к сварочному аппарату на переменном токе подключить осциллятор непрерывного действия, то сварочная дуга зажжется без проблем. Но только первый раз. Повторно ее инициировать будет невозможно. Проще говоря устройство сможет выполнить свои функции только частично.

Конденсаторы в схеме необходимы для того, чтобы с максимальной эффективностью и в полном объеме задействовать функционал оборудования. Они копят заряд, который нужен для повторных импульсов – розжига угасшей в процессе формирования сварного шва дуги. Это неизбежно случается каждый раз, когда сварщик отклоняет электрод от сварочной ванны на большое расстояние, разрывающее протекание электрического разряда. Не обойтись в такой установке без обратной связи. Поэтому предусмотрена управляющая схема, которая синхронизирует разряд конденсатора.

10. Назначение газового редуктора.

Сварочный редуктор – прибор, снижающий давление газа, поступающего в зону сварки. Он состоит из камеры высокого давления и редуцирующего клапана, который контролирует рабочее давление в зависимости от силы пружины. Редукторы бывают прямого и обратного действия и имеют разные цвета корпуса (кислородные, ацетиленовые, пропановые).

Они используются в процессе сварки для контроля и регулирования расхода защитного газа, такого как аргон, гелий или углекислый газ. Они обеспечивают стабильность подачи газа и предотвращают колебания давления, которые могут негативно сказаться на качестве сварного шва.

Редукторы также помогают экономить газ, так как позволяют точно настроить его расход. Это особенно важно при работе с дорогостоящими защитными газами, такими как аргон.

Сварочные редукторы обычно имеют два манометра: один показывает давление на входе, а другой — давление на выходе. Также они оснащены регулятором для настройки выходного давления.

Сварочный редуктор – это прибор, предназначенный для понижения газового давления и обеспечения стабильного рабочего давления в процессе сварки. Он включает в себя корпус, клапан, седло, демпфирующую камеру, металлическую мембрану, пружину настройки, а также входной и выходной штуцеры для подключения к источнику газа и горелке.

В корпусе также находятся входной и выходной штуцеры для подключения к источнику газа и горелке соответственно.

Принцип работы основан на дросселировании газа через зазор между седлом и клапаном. Регулировка рабочего давления осуществляется за счёт изменения размера этого зазора. При уменьшении зазора давление увеличивается, и наоборот.

Некоторые редукторы также имеют предохранительный клапан, который срабатывает при превышении установленного рабочего давления. Это позволяет предотвратить возможные аварии и повреждения оборудования.

Характеристики устройств

- Тип работы: прямой или обратный.
- Назначение: для баллонов, рамп или сетей.

- Материал корпуса: латунь или сталь.
- Пропускная способность: низкая, средняя или высокая.
- Дополнительные функции: манометр, два манометра, фильтр и возможность установки ротаметра.

Виды сварочных редукторов

По принципу действия:

- *Прямого действия*: давление газа снижается за счёт уменьшения сечения клапана. Редуктор прямого действия использует принцип дросселирования для регулирования расхода газа из баллона. Он имеет падающую характеристику, то есть давление немного уменьшается при увеличении расхода газа. Оборудование состоит из камеры высокого давления, редуцирующего клапана, мембраны и камеры низкого давления. Манометры показывают давление в обеих камерах.
- Сварочный редуктор *обратного действия* работает на принципе противодействия сжатого газа в баллоне и открытия клапана при вращении регулирующего винта. Пружины контролируют уровень рабочего давления, автоматически поддерживая его на заданном уровне.

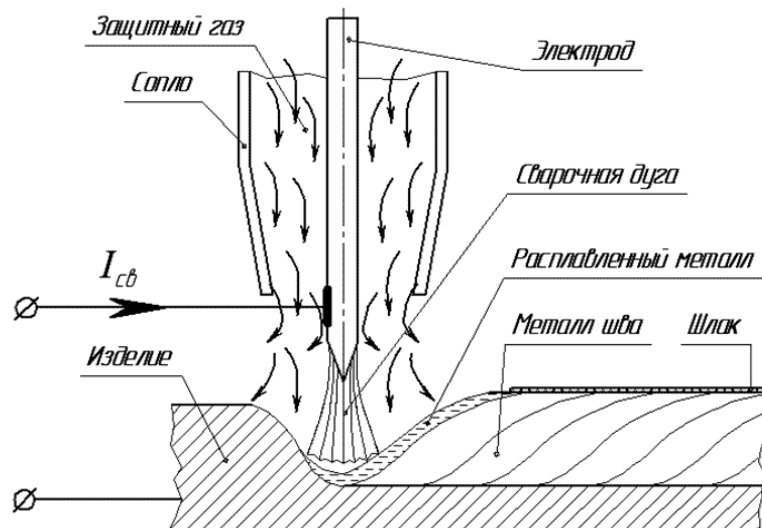
11. Назначение и выбор газового сопла.

Для решений различных задач сварки требуются сопла определённых размеров и конструкций. Изготавливаются они из *керамики* на основе оксида алюминия (Al_2O_3).

Данный материал выдерживает очень высокие температуры, которые возникают при сварке. Как правило, диаметр сопла подбирают исходя из диаметра электрода, где его внутренний диаметр должен быть равен 4-м диаметрам электрода. Если использовать сопло меньшего диаметра, скорость потока защитного газа будет излишне высокой.

С одной стороны это может быть полезно, если в помещении, где производится сварка, присутствуют сквозняки. С другой стороны, струя становится более узкой и может не полностью защищать зону сварки, что может отрицательно сказаться на больших размерах сварочной ванны и/или при сварке легко окисляющихся металлов. Газовое сопло большого диаметра защищает большую поверхность, но при этом требует большего расхода защитного газа.

При сварке неплавящимся электродом в защитном газе (рис. 1) в зону дуги, горячей между неплавящимся электродом и изделием через сопло подаётся защитный газ, защищающий неплавящийся электрод и расплавленный основной металл от воздействия активных газов атмосферы.



12. Назначение газовых линз.

Используя газовые линзы, можно улучшить качество сварных швов при работе с чувствительными к воздействию воздуха металлами.

При выполнении аргонодуговой сварки характер и скорость движения защитного газа во многом определяют качество полученных швов. При высокой скорости движения аргона, он создает разреженную зону в районе выхода из сопла. Это способствует подсосу кислорода и его попаданию в сварочную зону. К аналогичному результату приводит и слишком низкая скорость подачи аргона. В этом случае в общем потоке газа образуются разрывы, в которые попадает воздух. И в том, и в другом варианте результат получается одинаковый – пористость швов.

Газовая линза позволяет избежать такой ситуации. Основным ее элементом является пятислойная металлическая решетка из нержавеющей стали, установленная в латунном корпусе цангового зажима. Именно она устраняет турбулентность и обеспечивает газовому потоку ламинарность, что исключает попадание воздуха в сварочную зону. Газовая линза больше, чем стандартный цанговый зажим. По этой причине при ее установке заменяется и сопло горелки.



Газовая линза позволяет получить ламинарный поток аргона при сварке

Керамические сопла для газовых линз отличаются от стандартных сопел большим диаметром и меньшей длиной. Выпускаются и специальные удлиненные модели для работы в труднодоступных местах (например, для сварки угловых швов).

Применение газовых линз

Газовые линзы применяются, когда необходимо обеспечить надежную газовую защиту свариваемых материалов, обладающих особыми свойствами. В первую очередь к ним

относится титан. Этот материал востребован благодаря низкому удельному весу, отличной коррозионной стойкости и высокой прочности. Одновременно с этим титан отличается повышенной химической активностью по отношению к газам, содержащимся в воздухе.

При нагревании до 350 °С металл начинает активно поглощать кислород. При этом образуются оксиды титана, которые характеризуются низкой пластичностью и высокой твердостью. При температуре в 500 °С начинается активное взаимодействие металла с азотом. Этот процесс сопровождается образованием нитридов, обладающих сходными с оксидами свойствами.

Еще один вредный для титана газ — водород. Он делает металл хрупким. В результате даже цельная с виду деталь может со временем расколоться по сварному шву.

Газовые линзы полезны при сварке сложных по форме изделий, когда сварочные работы приходится выполнять при увеличенном расстоянии между поверхностью металла и электродом.

Газовые линзы универсальны и при соблюдении определенных правил могут использоваться в разных условиях. Так, для улучшения защиты сварочной зоны от бокового ветра или выполнения работ на повышенных скоростях увеличивается диаметр сопла и расход газа, а расстояние от горелки до детали уменьшается.

Преимущества:

- Поток аргона становится упорядоченным и более устойчивым к движению поперечных воздушных масс.
- Поток действует на большем расстоянии, а значит, можно держать сопло дальше от металла и увеличить вылет вольфрамового электрода. Это одновременно улучшает обзор.
- Газовые линзы позволяют работать с металлами, особо чувствительными к влиянию воздуха.
- При этом угол наклона горелки не влияет на качество швов.

При засорении решетки из нержавеющей стали нет необходимости менять газовую линзу целиком. Достаточно удалить верхний слой сетки.

Недостатки:

- Их использование оптимально для сварки простых швов в легкодоступных местах.
- При применении газовых линз увеличивается расход защитного газа. Максимально он может превышать норму на 40 %.

13. Сварочные материалы для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе.

Сварочными называют материалы, обеспечивающие сварочный процесс и получение качественных сварных соединений. К ним относят присадочные металлы, покрытые электроды, флюсы, защитные газы. Большинство швов при сварке выполняют с применением присадочных материалов. Присадочный металл вводят в сварочную ванну в дополнение к расплавленному основному металлу с целью заполнения зазора, разделки кромок, получения шва с необходимыми геометрическими размерами и обеспечения высоких эксплуатационных характеристик при минимальной склонности к образованию дефектов.

Присадочные материалы (металлы). Чаще всего состав присадочного материала мало отличается от химического состава свариваемого металла. При разработке присадочного металла учитывают методы сварки, марку свариваемого металла, условия эксплуатации конструкции.

Присадочный металл должен быть более чистым по примесям, содержать меньшее количество газов и шлаковых включений. Присадочные металлы используют в виде металлической проволоки сплошного сечения, порошковой проволоки, прутков, пластин, лент.

К сварочной проволоке предъявляют высокие требования по состоянию поверхности, предельным отклонениям по диаметру, овальности и др. показателям.

Электроды и проволоки обеспечивают подачу электропитания в сварочную зону, чтобы происходил нагрев, и сами плавятся, обеспечивая соединение деталей.

Сварка неплавящимися электродами – это соединение заготовок в защитной среде с помощью флюсов. Для этого в рабочую область подается аргон. В качестве защитных материалов для сварки, кроме газа, специальных составов на основе флюсов, применяются специальные присадки. Чаще всего используются чугунные, алюминиевые и медные стержни.

Электрод, применяемый для TIG или плазменной сварки изготавливают из металлического вольфрама. Он не должен плавиться при температурах, возникающих в процессе сварки. Вольфрамовый электрод имеет температуру плавления выше 3410°C и при этом обладает хорошей тепло- и электропроводностью.

Для TIG-сварки используют электроды различных марок и диаметров. До недавнего времени наиболее часто применяемыми считались электроды легированные 2% диоксида тория (ThO₂). В настоящее время их производство по экологическим причинам практически прекращено из-за того, что торий является α-радиоактивным материалом.

Чистый вольфрам применяется только для сварки на переменном токе, а к его преимуществам относится невысокая стоимость и образование на конце округления правильной формы. Электроды, легированные цирконием как правило также используются для сварки на переменном токе.

14. Защитные газы, применяемые для РАД.

Электрод, расплавленная сварочная ванна и окружающий разогретый металл во время сварки должны быть надежно защищены от воздействия окружающего воздуха. Попадание воздуха в эту зону приводит к образованию оксидов и нитридов и, как следствие, к дефектам шва. Кроме этого, плохая защита электрода приводит к его интенсивному разрушению. Таким образом защитный газ должен оттеснять воздух от зоны сварки и при этом быть химически неактивным. Группа таких инертных газов называется «благородные газы». Для TIG-сварки используют два из них – аргон (Ar) и гелий (He).

Аргон. В настоящее время наиболее распространенным газом для TIG-сварки является аргон. Его используют для сварки низколегированных и нержавеющей сталей, никелевых сплавов и т.д.

Аргона в атмосфере земли содержится около 1%, и извлекают его фракционным разделением воздуха. Это означает, что он относительно дешев. Свойства аргона:

- Легкий поджиг дуги

- Стабильность дуги
- Эластичность дуги
- Недорогой
- Тяжелее воздуха

Высокая, в сравнении с другими газами, эластичность дуги делает аргон пригодным для ручной сварки, где поддерживать постоянную длину дуги достаточно проблематично.

Аргон обычно поставляют в сжатом состоянии в баллонах объемами по 5, 20, 40 и 50 л под давлением 150 или 200 бар, в зависимости от типа баллона.

К аргону, используемому при сварке в качестве защитного газа, предъявляются очень жесткие требования по содержанию примесей, поэтому не рекомендуется полностью опорожнять используемые баллоны. Для того чтобы конденсат гарантированно не образовывался в баллоне, не следует его опорожнять до давления ниже 10 бар.

Гелий. Гелий и аргон-гелиевые смеси хорошо подходят для сварки материалов с высокой теплопроводностью, такие как медь и алюминий. Их также используют при сварке тяжелых металлов и автоматической сварке сталей, что позволяет процесс сварки выполнять на более высоких скоростях. Свойства гелия и гелий-аргоновых смесей:

- Обеспечивают более глубокое проплавление
- Позволяют варить на больших скоростях
- Можно варить тяжелые металлы
- Значительно дороже аргона
- Требуется устанавливать их более высокий расход
- Пожиг дуги более затруднен
- Легче воздуха
- Обеспечивают лучшую смачиваемость свариваемых кромок/

15. Вольфрамовые неплавящиеся электроды, применяемые для РАД.

Электрод, применяемый для TIG сварки изготавливают из металлического вольфрама. Он не должен плавиться при температурах, возникающих в процессе сварки.

Вольфрамовый электрод имеет температуру плавления выше 3410°C и при этом обладает хорошей тепло- и электропроводностью. Для TIG-сварки используют электроды различных марок и диаметров. До недавнего времени наиболее часто применяемыми считались электроды легированные 2% диоксида тория (ThO_2).

В настоящее время их производство по экологическим причинам практически прекращено из-за того, что торий является α -радиоактивным материалом.

Для сварки на переменном токе достаточно часто используют чистый вольфрам. Другой маркой, часто применяемой для переменного тока, является вольфрам, легированный цирконием (ZrO_2). Используются также и другие типы оксидов, используемых для легирования вольфрама – лантана, иттрия или церия.

Преимуществом легированных электродов является то, что они позволяют выполнять сварку на более высоких токах без плавления. Кроме этого, к их преимуществам можно отнести:

- Более легкое зажигания дуги
- Облегчается эмиссия электронов
- Более стабильная дуга

Чистый вольфрам применяется только для сварки на переменном токе, а к его преимуществам относится невысокая стоимость и образование на конце округления правильной формы. Электроды, легированные цирконием как правило также используются для сварки на переменном токе. ЭСАБ протестировал различные марки электродов с точки зрения таких характеристик, как стабильность многократных поджигов, скорость разрушения и стабильность дуги.

По совокупности характеристик наилучшие результаты показали электроды, легированные лантаном, за ними цериевые. Они показали наилучшие стартовые характеристики, устойчивую дугу на даже малых токах и хорошую стойкость на высоких токах.

В сравнении с торированными, иттрированные электроды обладают хорошей стабильностью дуги, большим временем работы между переточками, однако уступали по стабильности поджига. Торированный электрод чаще всего используется для сварки на постоянном токе.

Торий является слаборадиоактивным материалом. При сварке это не имеет никакого значения, однако при заточке, при попадании в организм в виде пыли, оказывает крайне негативное воздействие на здоровье человека. Из-за этого торированные электроды все чаще заменяют на лантанированные и церированные. Для сварки на переменном токе чаще используют чистый вольфрам или легированный цирконием.

Стандартная линейка диаметров вольфрамовых электродов это 0.5, 1.0, 1.6, 2.4, 3.2, 4.0, 4.8 и 6.4 мм. Чаще всего применяют электроды диаметром 1.6 и 2.4 мм. Они охватывают практически весь диапазон сварочных токов, применяемых при TIG-сварке. Например, торированными электродами этих диаметров можно варить токами в диапазоне от 30 до 180 А. Этого достаточно для решения большинства задач. При сварке электрод постепенно разрушается и, следовательно, его необходимо периодически затачивать или заменять. На кончике электрода образуется грат, из-за которого дуга становится менее концентрированной. Если кончик электрода случайно коснулся расплавленного металла сварочной ванны или присадочного прутка, его необходимо немедленно заменить или переточить. Изношенный или загрязненный свариваемым материалом электрод вызывает большой риск получения некачественной сварки.

16. Присадочные материалы, применяемые для РАД

В качестве присадочного используется металл, по своему химическому составу максимально соответствующий составу материала, из которого изготовлены соединяемые детали.

Основным назначением такого материала является - *заполнение зазора между соединяемыми деталями* и, соответственно, формирование сварного шва.

Тепловая энергия, которая необходима для плавления кромок соединяемых деталей и присадочного материала, формируется при помощи электрической дуги, горящей между электродом и поверхностью соединяемых деталей.

Зона сварки, в которую нельзя допускать поступления азота и кислорода из окружающего воздуха, защищается при помощи аргона, вытесняющего данные газы из рабочей области.

Присадочный металл вводят в сварочную ванну в дополнение к расплавленному основному металлу с целью заполнения зазора, разделки кромок, получения шва с

необходимыми геометрическими размерами и обеспечения высоких эксплуатационных характеристик при минимальной склонности к образованию дефектов.

Чаще всего состав присадочного материала мало отличается от химического состава свариваемого металла. При разработке присадочного металла учитывают методы сварки, марку свариваемого металла, условия эксплуатации конструкции.

Присадочный металл должен быть более чистым по примесям, содержать меньшее количество газов и шлаковых включений. Присадочные металлы используют в виде металлической проволоки сплошного сечения, порошковой проволоки, прутков, пластин, лент.

К сварочной проволоке предъявляют высокие требования по состоянию поверхности, предельным отклонениям по диаметру, овальности и др. показателям. Высокое качество сварочной проволоки сохраняется при тщательной упаковке и консервации, правильном хранении и транспортировке.

Проволока поставляется свернутой в мотки с внутренним диаметром от 150 до 750 мм, массой от 1,5 до 40 кг, а также намотанной на катушки и кассеты – для механизированной и автоматической сварки. 4

По виду поверхности проволока производится неомедненной и омедненной. Медное покрытие - 6 мкм. Поверхность проволоки должна быть чистой и гладкой, без трещин, расслоений, плен, закатов, забоин, окалины, ржавчины, масла и других загрязнений. Допускаются отдельные риски, царапины, местная рябизна, вмятины глубиной не более предельного отклонения по диаметру.

Каждая партия проволоки сопровождается сертификатом, содержащим основные технические данные: марка проволоки, химический состав, диаметр проволоки, номер ГОСТ. Каждый моток или бухта проволоки снабжается металлической биркой, на которой указывается наименование завода-изготовителя, условное обозначение проволоки, номер партии, клеймо технического контроля.

Присадочный материал перед сваркой должен проходить тщательную очистку поверхности. Для удаления жировых соединений применяют обезжиривание. Оксидную пленку (ржавчину) удаляют травлением, химическим и электрохимическим полированием. Промышленность выпускает присадочные материалы для сварки стали, чугуна, алюминия, меди, титана и их сплавов.

17. Вольт - амперная характеристика ручной дуговой сварке неплавящимся электродом в среде защитных газов

Зависимость напряжения дуги от тока в сварочной цепи называют статической вольтамперной характеристикой дуги.

Источники питания для сварки ТИГ должны иметь крутопадающую внешнюю вольтамперную характеристику. Такая характеристика обеспечивает постоянство заданного значения тока сварки при нарушениях длины дуги, например, из-за колебаний руки сварщика.

Для ТIG-сварки разработаны различные виды источников питания сварочной дуги. В качестве наиболее простейшего из них можно использовать источник для MMA-сварки с поджигом дуги царапанием электрода об изделие. Он имеет падающую внешнюю вольтамперную характеристику ($I_{св} = const$) и подходит для ТIGсварки.

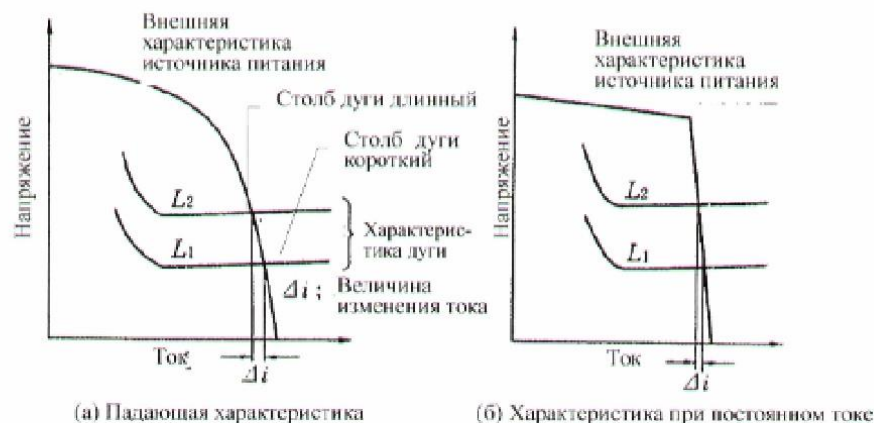


Рис. 2.3 Внешняя характеристика сварочного источника питания Аргодуговой сварки

Установленный ток сварки практически не изменяется при изменении напряжения на дуге. А вот источники питания для MIG/MAG-сварки использовать нельзя, потому что они имеют совершенно иную, жесткую внешнюю вольтамперную характеристику ($U_d = \text{const}$), если, конечно, в конструкции источника не предусмотрено переключение этих характеристик.

18. Подготовка поверхностей изделий из углеродистых сталей, конструкционных и легированных сталей, цветных металлов и их сплавов под аргоновую сварку.

Для получения качественных сварных соединений перед процессом сварки нужно хорошо очистить поверхность заготовки в зоне сварки. Поверхность должна быть обработана и обезжирена. На поверхности не должно быть ржавчины, грязи и краски. По возможности нужно удалить чешуйчатые слои. Во многих случаях достаточно чистки. Для чистки и смазки заготовки необходимо использовать подходящие растворители (ацетон). Если на поверхности есть ржавчина, краска или другие сильные загрязнения, поверхность необходимо обработать шлифованием или механическим способом.

Для обработки коррозионностойких заготовок можно использовать щетки из нержавеющей стали, чтобы частицы щетки не остались на поверхности металла. В случае с алюминием важно, чтобы на поверхности не было толстой оксидной пленки, иначе в шве могут образоваться поры.

19. Подготовка кромок для сварных соединений, выполняемых РАД.

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. Пожалуй, это и будут основные причины, которые оправдывают разделку кромок.

Линейные параметры скосов кромок деталей являются величиной конструктивной и регламентируются соответствующими нормативными документами.

Механическое снятие кромок может быть выполнено с использованием абразивных инструментов (болгарка), долблением, строганием или фрезерованием. В любом случае необходим специальный инструмент.

В отличие от нержавеющей стали, алюминий имеет большую скрытую теплоту плавления. Из-за этого сварочная дуга должна покрывать большую область, чтобы достичь надежного соединения. При сварке вольфрамовым электродом сварочная ванна не очень глубокая, она образуется в основном за счет самого расплавленного металла.

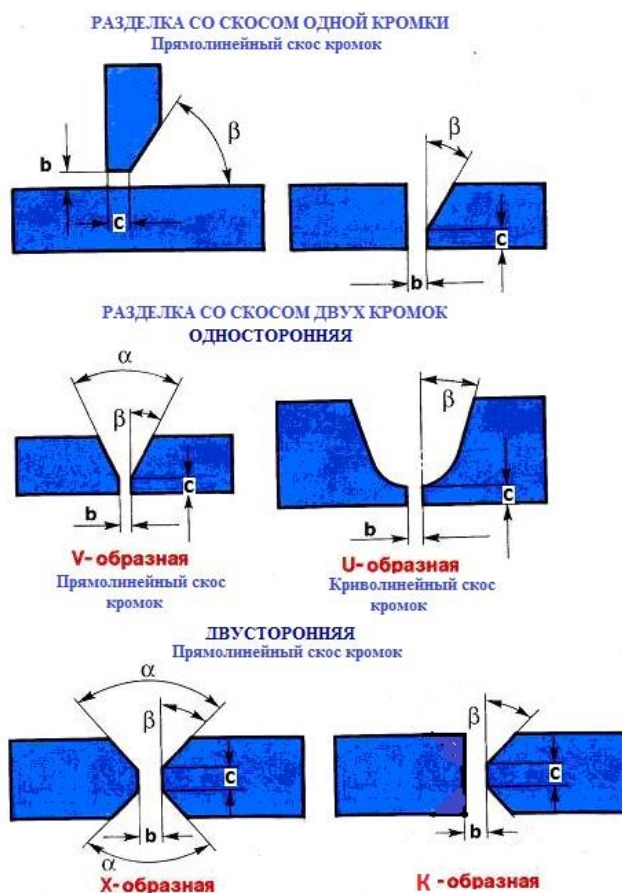
Приведем примеры разделки заготовок:

- Для алюминиевой ленты толщиной 1 мм – кромки без скоса с зазором до 1 мм.
- Для алюминиевого листа толщиной 2 мм – кромки без скоса с зазором до 2 мм.
- Для алюминиевой плиты толщиной 10 мм – притупление до 2 мм, скос 65-70 градусов, зазор до 5 мм.

Однако вне зависимости от толщины детали, самым эффективным способом является двусторонняя сварка. Если такой возможности нет, то важно уделить особенное внимание подготовке кромок.

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.

20. Параметры режима аргоновой сварки углеродистых, конструкционных и легированных сталей, цветных металлов и их сплавов.

Режимы сварки – параметры, влияющие на ход протекания процесса и получение качественного сварного соединения.

Выбор режима основывается на следующих составляющих:

Свойства свариваемых металлов. Свойства металла определяют выбор направления подачи тока и полярности (например, для сварки стальных конструкций применяется постоянный ток прямой полярности, для сварки алюминия и бериллия – постоянный ток с обратной полярностью; сила тока).

- Сила тока (А). Сила тока выбирается на основе диаметра электрода, который применяет сварщик; на основе типа металла для сварки, толщины металлов и из полярности. Например, для сварки титана режим работы определяется по следующим параметрам, из которых следует, что чем толще соединяемый металл, тем больший диаметр должен быть у вольфрамовых электродов.

- Толщина материала.

- Диаметр электрода, мм

- Длина сварочной дуги от неё зависит напряжение (V) (длина дуги напрямую влияет на качество шва)

- Расход газа (устанавливается редуктором) (зависит от силы и равномерности его подачи горелкой).

Режим сварки углеродистых сталей подразумевает использование проковки шва при достижении им температуры каления и обеспечения медленного остывания обрабатываемой поверхности.

Выбирая режимы аргонодуговой сварки нержавеющей стали необходимо учитывать, что этот металл склонен к растрескиванию, поэтому требуется, чтобы шов остывал медленно при постоянной подаче газа.

21. Способы зажигания дуги

Для начала сварки необходимо сперва зажечь дугу. Обычно это делается с помощью встроенного высоковольтного высокочастотного генератора, называемого **осциллятором**. Высокочастотное высокое напряжение, безопасное для человека, пробивает дуговой промежуток, и дуга загорается.

Электрод изготавливают из вольфрама, материала, имеющего очень высокую температуру плавления (около 3400°C), и, если тепловая нагрузка на него не превосходит критических значений, он не плавится. Сварку можно выполнять только за счет оплавления кромок свариваемых заготовок, однако чаще в сварочную ванну вводят дополнительный присадочный материал. Как правило, в качестве присадки применяют сварочные проволоки. Кроме того, через присадку в металл шва можно вводить. При сварке на постоянном токе сварочный аппарат отключает работу осциллятора сразу же после поджига дуги. При сварке на ~АС ток постоянно проходит через нулевую точку, поэтому, чтобы дуга не гасла, осциллятор должен работать постоянно (для современных источников TIG AC/DC это уже не требуется).

Существует и **контактный способ зажигания дуги**, когда электродом царапают по изделию с последующим его отрывом, а дугу зажигает напряжение холостого хода. Его применяют при сварке от источников без ВЧ-генератора (например, для MMA-сварки). Сейчас появился относительно новый метод поджига, называемый **«Lift-Arc»**, когда в момент замыкания электрода на изделие, величина тока достаточно мала. После поджига ток сварки поднимается до установленного значения.

Поджиг **царапанием** имеет серьезный недостаток, связанный с разрушением вольфрама при протекании через электрод высокого тока короткого замыкания, который попадает в шов, и эти включения вольфрама можно видеть на рентгеновских снимках. Lift-Arc и ВЧ-поджиг этого недостатка не имеют.

ВЧ-зажигание имеет тот недостаток, что оно создает вокруг себя радиопомехи или может нарушить работу электронного оборудования, такого как компьютеры, если они не защищены надлежащим образом, поэтому современное оборудование позволяет выбирать способ поджига.

После поджига дуги ток сварки в течение установленного времени нарастает до заданного значения. Этот период называется «время нарастания тока сварки», в течение которого при ручной сварке сварщик успевает привести горелку в нужное положение.

Также, если электрод был холодным, то плавное нарастание тока позволяет избежать теплового удара. Это в свою очередь снижает вероятность попадания вольфрама в сварочную ванну. Увеличение времени нарастания тока увеличивает срок службы электрода. Это время также позволяет нормально сформировать сварочную ванну и начать сварку. Процесс сварки может проходить как в пульсирующем режиме, так и без пульсации тока. Ток в импульсе, ток дежурной дуги, время импульса и паузы являются регулируемыми параметрами.

22. Особенности техники и технологии РАД различных конструкций из углеродистой, конструкционной и легированной стали

Аргонодуговая сварка углеродистых и легированных сталей

Сварка низкоуглеродистых и низколегированных сталей в аргоне применяется редко, так как эти стали хорошо свариваются под флюсом и в углекислом газе, и лишь в исключительных случаях, когда требуется получение швов высокого качества, используется инертный газ.

При применении чистого аргона для сварки конструкционных сталей соединения характеризуются недостаточной стабильностью и неудовлетворительным формированием шва. Добавка к аргону небольшого количества кислорода или углекислого газа

существенно повышает устойчивость горения дуги и улучшает формирование шва. Растворяясь в жидком металле и скапливаясь преимущественно на поверхности, кислород значительно снижает его поверхностное натяжение. Поэтому для сварки сталей применяют не чистый аргон, а смеси с кислородом или углекислым газом.

Высокие технологические свойства при сварке сталей обеспечиваются при добавке к аргону до 1-5 % кислорода. При применении кислорода понижается критический ток, при котором капельный перенос переходит в струйный; дуга горит стабильно, обеспечивая сварку небольших толщин. Кислород способствует увеличению плотности металла шва, улучшению сплавления, уменьшению подрезов и увеличению производительности процесса сварки. Кислород снижает содержание углерода в металле шва до более низкого уровня. Избыток кислорода в защитном газе приводит к образованию пор в металле шва.

Для сварки *низкоуглеродистых и низколегированных сталей* может также применяться аргон с добавкой 10- 20 % углекислого газа. Углекислый газ способствует устранению пористости в швах и улучшению формирования шва.

Высоколегированные стали успешно свариваются в инертных газах и их смесях. При этом обеспечивается высокая стабильность дуги и минимальный угар легирующих элементов. Химический состав металла шва регулируется за счет применения проволоки нужного состава. При сварке легированных сталей обычно применяется электродная проволока такого же химического состава, как и основной металл.

Выбор состава смеси зависит от состава стали и степени ее легирования. Стали, которые содержат в своем составе элементы с высокой активностью к кислороду (алюминий титан цирконий и т. п.) свариваются в атмосфере инертных газов (аргон, гелий). Режимы для сварки высоколегированных сталей различных толщин выбираются опытным путем. Ориентировочные режимы автоматической и полуавтоматической сварки стыковых соединений толщиной 4-10 мм на постоянном токе обратной полярности приведены в таблице 1.

Таблица 1

Толщина металла, мм	Способ сварки	Число проходов	Диаметр электродной проволоки, мм	Сварочный ток, А	Скорость сварки, м/ч	Расход газа, л/мин
4	Полуавтоматическая	1	1,0-1,6	180-300	-	7-10
8		2	1,6-2,0	240-360		10-15
5	Автоматическая	1	1,0	260-300	30-40	8-9
10		2	2,0	320-400	20-30	12-18

23. Особенности техники и технологии РАД различных конструкций из цветных металлов и их сплавов

Особенности сварки цветных металлов

Цветными называют все металлы, кроме железа и его сплавов. Перечень их весьма обширен, но наиболее востребованными являются медь, цинк, алюминий, олово, никель, свинец. Они применяются повсюду для изготовления металлических конструкций.

Сейчас существует множество видов сварки как стали, так и цветных металлов, и при планировании и проведении работ нужно учитывать ключевые характеристики данного процесса:

- **Окисление.** Металлы подвержены влиянию кислорода, и кислородная коррозия приводит к образованию на поверхности оксидной пленки, которая мешает прочному соединению сплавов и может спровоцировать появление трещин в шве.
- **Теплопроводность.** У металлов она велика – сплавы быстро нагреваются и быстро остывают. В силу этой особенности для качественного соединения необходим предварительный нагрев деталей, так что потребуется источник сильного тепла.
- **Температура плавления.** Она отличается у разных металлов – порой в несколько раз, как, к примеру, у олова и меди. Соответственно, при сварке есть вероятность, что более легкоплавкий элемент начнет испаряться. Чтобы этого избежать, нужно ускорить технологический процесс сваривания.
- **Прочность.** Она тоже имеет разные значения, и потому при работе с хрупкими металлами нужна аккуратность.
- **Взаимодействие с окружающей средой.** Так, отдельные виды сварки требуют создания подходящей газовой среды, чтобы результат соединения оказался качественным.

Сварщикам приходится учитывать эти и многие другие нюансы, поэтому, кроме собственно сварки, они занимаются предварительной обработкой деталей – прежде всего, это подразумевает **удаление оксидной пленки и обезжиривание поверхности.**

Для работы с цветными металлами и сплавами необходимо принять специальные защитные меры. В противном случае негативные процессы усилятся и образуют в месте шва оплавленный оксидный нарост.

Очень важно создать надлежащие условия для выполнения сварки – **ограничить доступ кислорода в рабочую зону** либо четко регулировать его поступление.

Чаще всего сваривают изделия из алюминия, бронзы, дюралюминия (сплав алюминия, меди, магния и марганца), меди, латуни (комбинация цинка и меди), силумина (сочетание кремния и алюминия). Сегодня также изготавливают множество сварных изделий из алюминиево-магниевых и алюминиево-марганцевых сплавов.

Но самые популярные цветные металлы, которые используют в промышленности и на производстве, – это комбинации меди и алюминия с другими металлами (свинцом, цинком, магнием, кремнием и пр.). **К таким соединениям относятся:**

- Алюминиевые сочетания (дюралюминий, авиаль, силумин).
- Обычная латунь – сплав цинка и меди, в котором последний элемент занимает до 70 % общей массы. В некоторых случаях для достижения нужной кондиции изделия долю цинка увеличивают до 50 %.
- Бронза – классическая комбинация олова и меди (пропорции: 15:85).
- Сложные латуни – наряду с цинком и медью в них также содержатся различные наполнители и добавки.

Выбирать подходящую технологию сварки цветных металлов и сплавов нужно с учетом типа материала, с которым вам придется работать.

Известно, что магний, медь и алюминий остывают довольно быстро. Значит, для работы с ними понадобится источник энергии очень высокой мощности и дополнительный прогрев. Со сплавами дело обстоит сложнее. Дело в том, что входящие в их состав

элементы могут иметь разную температуру плавления. Поэтому в процессе работы с ними есть риск того, что более легкие вещества испарятся. Но, проведя сварку быстро, вы сможете этого избежать.

Особенности сварки цветных металлов и сплавов также обусловлены их высоким сродством к кислороду. Некоторые из них даже могут выступать в роли раскислителей. Окислы, которые образуются при их плавке – это более тугоплавкие соединения, засоряющие сварочный шов. Если снизить температуру плавления, то на поверхности могут появиться трещины. Очевидно, что это отрицательно скажется на механических свойствах соединения. Вот почему сваривание цветных металлов нередко выполняют под слоем флюса, уменьшающего влияние на них кислорода.

Из-за своей непрочности и хрупкости, некоторые сплавы могут разрушиться при легком ударе или вообще без какого бы то ни было внешнего воздействия. В то же время слишком тяжелые материалы способны своим весом провалить сварочные ванны. Поэтому, работая с ними, нужно быть очень аккуратным.

Аргонодуговая сварка меди

Сварка меди затруднена вследствие интенсивного окисления ее в нагретом и расплавленном состоянии, большой жидкотекучести и высокой теплопроводности.

Медь хорошо сваривается аргонодуговой сваркой, в среде гелия и азоте, а также в смеси аргона с гелием или азотом. Азот по отношению к меди является нейтральным газом. С целью экономии аргона и повышения производительности целесообразно использовать смесь аргона с азотом (70-80 % аргона и 30-20 % азота). Азот способствует увеличению глубины проплавления меди. Наилучшее формирование швов получается при сварке в аргоне и гелии.

Из-за высокой теплопроводности меди для получения надежного провара в начале сварки и хорошего сплавления по кромкам детали подогреваются до 200-500 °С. При сварке в аргоне подогрев необходим при толщине меди более 4 мм, а в азоте - более 8 мм.

Сварка меди выполняется на постоянном токе обратной полярности. При применении импульсно-дуговой сварки в аргоне возможна сварка меди во всех пространственных положениях, а также сварка тонкого металла.

Таблица 2

Толщина металла, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Защитный газ	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Расход газа, л/мин
1,0	0,8-1,2	Аргон	80-110	18-20	30-45	7-9
		Азот				
2-3	0,8-1,6	Аргон	140-210	19-23	25-35	8-10
	0,8-1,2	Азот	140-200	20-25		
5-6	1,0-1,6	Аргон	250-320	23-26	20-25	10-12
	1,0-1,4	Азот		24-27		
8,0	2,0-3,0	Аргон	350-550	32-37	18-22	14-18
	1,6-3,0	Гелий	300-500	32-38		30-40

12,0	2,0-4,0	Аргон	350-650		18	14-18
		Гелий	350-620	34-42		30-45
12-14	1,5-3,0	Аргон	300-500	28-36	16-18	14-18
		Гелий	270-500	32-38	18-22	30-40
		Азот	280-500	32-39		14-16
16-20	2,0-4,0	Аргон	350-680		16-18	14-18
		Гелий	350-650	16-18	16-20	30-50
		Азот		16-20		14-18

Для сварки меди могут быть использованы серийно выпускаемые автоматы и полуавтоматы, предназначенные для сварки сталей в защитных газах.

Некоторые режимы сварки стыковых соединений меди в нижнем положении приведены в табл. 2

Аргонодуговая сварка алюминия

Сварка алюминия возможна в аргоне либо в смеси аргона и до 70 % гелия на переменном токе. Для сварки подходит инверторный источник с системой ACDC либо трансформаторный источник с встроенным осциллятором.

Трудность сварки алюминия и его сплавов заключается в наличии на их поверхности тугоплавкой окисной пленки, которая препятствует сплавлению металла сварочной ванны с основным металлом и, оставаясь в шве, образует неметаллические включения. Окисная пленка в процессе сварки удаляется в результате действия тока при горении дуги. При сварке на токе обратной полярности ток «очищает» поверхность металла от окисной пленки на протяжении всего процесса горения дуги. Однако действием тока может быть разрушена лишь сравнительно тонкая пленка окиси. Толстую пленку окиси алюминия необходимо перед сваркой удалить механическим или химическим путем.

В инертных газах алюминий и его сплавы свариваются электродной проволокой, по составу близкой к основному металлу. Ориентировочные режимы сварки в аргоне алюминиевого сплава АМг толщиной 10-50 мм приведены в табл. 3. Расход аргона 15-20 л/мин.

При использовании газовой смеси из 30 % аргона и 70 % гелия обеспечивается более глубокое проплавление и возможна сварка за один проход алюминия толщиной до 16 мм, а за два прохода - толщиной до 30 мм. Расход аргона 15-20 л/мин, гелия 30-40 л/мин.

Для соединения алюминия большое применение нашел способ импульсно-дуговой сварки. Наложение импульса на основной сварочный ток сокращает промежуток времени пребывания капли на торце электрода и позволяет осуществлять устойчивый процесс при относительно малом значении среднего тока. При этом способе облегчается сварка в различных пространственных положениях и несколько повышаются механические свойства соединения.

Таблица 3

Толщина металла	Тип разделки	Число проходов	Диаметр электрода	Первый проход			Последующие проходы		
				Сила тока,	Напряжение дуги, В	Скорость сварки,	Сила тока,	Напряжение дуги,	Скорость сварки,

ла, мм			проволо ки, мм	А		м/ч	А	В	м/ч
10	Без разде лки	2	2,0	250- 300	22-24	20-25	370- 390	28-30	20
15	V-	4			24-26				
25	образ ная	8	2,5	400- 440	26-28	40-45	400- 440	27-29	15-20
40	Х- Образ	15	2,0	280	25-27	35	370- 390		27
50	ная	20	2,5	400	24-26	16	420- 440	26-28	23

Аргонодуговая сварка титана

Титан обладает высокой прочностью при температуре до 500 °С, высокой коррозионной стойкостью во многих агрессивных средах, малой плотностью он широко применяется в промышленности.

При сварке требуется защита от воздуха не только расплавленного металла, но и участков твердого металла, нагретого до температуры выше 400 °С. Обычно это достигается применением специальных приставок длиной до 500 мм и подачи газа с обратной стороны шва через специальные подкладки. Защита считается надежной, если после сварки поверхность металла имеет блестящий вид.

Для сварки применяется электродная проволока, близкая по составу к основному металлу. Сварка производится на постоянном токе обратной полярности. Перед сваркой кромки и прилегающие к ним поверхности, а также электродную проволоку тщательно очищают механическим путем или травлением.

При сварке используется аргон только высшего сорта или гелий высокой чистоты. При сварке в аргоне швы получаются более узкими чем в гелии. При сварке в гелии швы - более широкие, с плавным переходом к основному металлу.

24. Сварка алюминия и его сплавов

Аргоновая сварка алюминия – единственный способ получить прочное соединение, которое отвечает всем предъявляемым требованиям. Проблема сварки алюминия в том, что на его поверхности находится инертная оксидная пленка, достаточно прочная, чтобы сделать неэффективными другие способы сварки.

Однако недостаточно просто выбрать аргоновую сварку как метод. Необходимо также правильно подобрать расходные материалы и настроить само оборудование.

Особенности сварки алюминия.

При сварке алюминия и его сплавов возникают следующие затруднения: на поверхности расплавленного металла постоянно образуется тугоплавкая пленка оксида алюминия Al_2O_3 , препятствующая сплавлению между собой частиц металла; высокая температура плавления оксида алюминия (2050 °С) и низкая температура плавления алюминия осложняют управление процессом сварки. Вследствие этого подготовка деталей из

алюминия под сварку и их сварка требуют применения специальных технологических приемов.

Подготовка металла к сварке.

Независимо от способа сварки алюминиевые изделия перед сваркой должны подвергаться специальной обработке, заключающейся в обезжиривании металла и удалении с его поверхности пленки оксида алюминия. Такой же обработке необходимо подвергать присадочную проволоку и электродные стержни перед нанесением на них покрытия.

Поверхность металла на ширине 80–100 мм от кромки обезжиривают растворителями (авиационным бензином, техническим ацетоном), затем механической зачисткой или химическим травлением удаляют оксидную пленку.

Химический способ удаления пленки оксидов включает следующие операции: травление в течение 0,5–1 мин (состав: 50 г раствора едкого натра и 40 г фторида натрия на 1 л воды); промывку в проточной воде; осветление в течение 1–2 мин в 30%-м растворе азотной кислоты для алюминия и сплавов типа АМц или 25%-м растворе ортофосфорной кислоты для сплавов типа АМг; промывку в проточной, а затем горячей воде; сушку до полного удаления влаги.

Обезжиривание и травление рекомендуется выполнять не более чем за 2–4 ч до сварки.

Технология и техника ручной аргонодуговой сварки алюминия неплавящимся вольфрамовым электродом.

Ручную аргонодуговую сварку неплавящимся вольфрамовым электродом выполняют переменным током в аргоне высшего или первого сорта. Для металла толщиной до 5–6 мм используют электроды диаметром 1,5–5 мм. Присадочной проволокой и прутками марок АК, АМц и другими сваривают деформируемые сплавы. Диаметр присадочной проволоки при ручной сварке равен 1–2; 2–4 и 4–6 мм для свариваемых толщин до 2; 2–5 и 5–10 мм соответственно.

Особые требования предъявляются к технике сварки. Угол между присадочной проволокой и электродом должен составлять примерно 90°. Присадочную проволоку следует подавать короткими возвратно поступательными движениями. Недопустимы поперечные колебания вольфрамового электрода.

Длина дуги обычно не превышает 1,5–2,5 мм. Обеспечение эффективной защиты дуги и сварочной ванны для каждого режима сварки достигается оптимальным расходом газа. Для уменьшения опасности окисления размеры сварочной ванны должны быть минимальными.

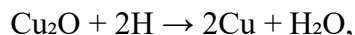
Сварку металла толщиной до 10 мм обычно ведут справа налево, так называемым «левым» способом, который позволяет снизить перегрев свариваемого металла.

25. Сварка меди и её сплавов.

Особенности сварки меди.

Сварка меди затрудняется ее высокой теплопроводностью (в 6 раз выше, чем железа), большой жидкотекучестью, способностью сильно окисляться в нагретом и особенно в расплавленном состоянии. На свариваемость меди оказывают большое влияние примеси, входящие в ее состав (кислород, свинец, сера, фосфор, сурьма, мышьяк, висмут). Медь в расплавленном состоянии сильно поглощает водород. При кристаллизации металла сварочной ванны с большой скоростью ввиду высокой теплопроводности меди и резкого снижения растворимости водорода в металле атомарный водород не успевает покинуть

металл. В результате оксид меди восстанавливается водородом с образованием паров воды:



что приводит к появлению в шве пор и трещин. В околошовной зоне диффузионно-подвижный водород взаимодействует с оксидом меди Cu_2O , который располагается по границам зерен. Образующиеся пары воды не растворяются в меди и не могут из нее выйти, в результате чего в металле создаются значительные напряжения, приводящие к образованию большого числа микротрещин. Это явление получило название *водородной болезни меди*. Для того чтобы ее предупредить, следует снижать количество водорода в зоне сварки. Для этого перед сваркой производят прокалку электродов.

Сварку меди выполняют по зачищенным до металлического блеска крокам.

Технология и техника ручной аргонодуговой сварки меди вольфрамовым электродом.

Ручную аргонодуговую сварку выполняют вольфрамовым электродом постоянным током прямой полярности в аргоне высокой чистоты. Металл толщиной более 4 мм сваривают с предварительным подогревом до 800 °С. В качестве присадки используют прутки из меди, медно-никелевого сплава (МНЖКТ-5-1-0,2-0,02), бронзы (БрКМц3-1, БрОЦ4 3) и др.

Для металла толщиной свыше 5 мм применяют V- или X-образную разделку кромок с углом раскрытия 60–70°. Сварку ведут обычно справа налево «углом вперед» при наклоне электрода по отношению к изделию 80–90°, угол наклона присадочной проволоки 10–15°, вылет электрода 5–7 мм.

Высокую производительность обеспечивает ручная гелиево-дуговая сварка меди, выполняемая на форсированных режимах (700–900 А).

Учитывая, что медь обладает неудовлетворительными литейными свойствами, особое внимание уделяют правильному выбору присадочного материала. Он должен представлять собой сплав меди, содержащий раскислители (фосфор, олово, цинк и др.).

Сварка латуни.

Для дуговой сварки латуни применяют электроды типа ЗТ. Сварка ведется постоянным током обратной полярности короткой дугой. После сварки шов проковывают, а затем отжигают при температуре 600–650 °С для выравнивания его химического состава и придания зерну мелкозернистой структуры. Л

Латунь можно сваривать угольной дугой, а также вольфрамовым электродом в среде инертных газов. Затруднения при сварке латуни вызваны испаряемостью цинка, дым которого состоит из оксидов цинка и является ядовитым. Латунь следует сваривать в условиях хорошей вентиляции рабочего места. Рекомендуется использовать респираторы. Для сварки латуни предназначены электроды марок ММЗ-2,1П, Бр.1/ЛИВТ, ЦБ-1, МН-4 и др.

Электродами марки ММЗ-2 можно производить сварку переменным током, однако при этом (по сравнению со сваркой постоянным током) увеличивается разбрызгивание.

Сварка бронзы.

По свариваемости бронзы значительно отличаются друг от друга, поэтому и технология сварки бронз разнообразна. Химический состав присадочного материала должен быть близким к химическому составу свариваемого металла. Сварку выполняют постоянным током обратной полярности короткими участками.

Электроды марки Бр.1/ЛИВТ рекомендуются для сварки оловянных бронз, марки ЦБ-1 – для алюминиевых бронз, марки МН-4 – для медно - никелевых сплавов типа МН-5, МНЖ-5-1 и др.

При сварке стыковых швов электродами диаметром 5– 6 мм рекомендуется применение односторонней разделки при суммарном угле скоса 80–90°, притуплении 1,5–2 мм и зазоре 2–3 мм. Необходим подогрев до температуры 100–200 °С. Опытные сварщики, применяя электроды диаметром 8–10 мм, выполняют сварку без подогрева. Для сварки используют постоянный ток.

Сварку меди с бронзой, например медных труб с бронзовыми фланцами, можно выполнять ручной дуговой сваркой электродами марок КМцЗ-1 или «Комсомолец-100».

26. Дефекты сварных швов конструкций выполненных РАД, способы их предупреждения и устранения

TIG – это метод скрепления поверхностей, при котором в качестве защитного газа выступает аргон. Он предотвращает попадание воздуха, что исключает вероятность плавления. Методика отличается хорошим защитным эффектом, высоким качеством соединения, отсутствием брызг, красивой внешней формой шва. Она позволяет сваривать различные металлы.

Довольно часто новички допускают дефекты аргонодуговой сварки, так как подобная методика требует соблюдения ряда условий, влияющих на конечный результат. В этот список можно внести качество подготовки поверхности, выбор оптимального электрода, качество аргона для сварки, влияние ветра, расстояние между горелкой и заготовкой, скорость работы, низкое давление в баллоне.

Как влияет подготовка поверхности

Основное правило сварки аргоном – это адекватная подготовка поверхности, так как технология требует стерильность. Ее отсутствие негативно сказывается на качестве будущего сплава. К примеру, ошибки при сварке алюминия аргоном приводят к непроварам, окислам, трещинам.

Важность выбора электрода

Для получения качественного итогового шва аргоновой сварки следует особое внимание уделить выбору электрода. Неопытные сварщики могут начать работать с вольфрамовыми универсальными электродами. Они работают на постоянном и переменном токе и хорошо сваривают большинство металлов. Опытным специалистам следует отдать предпочтение изделиям с европейской маркировкой WC-20, WL-15, WL-20, WP, WT-20, WZ-8, WY-20.

Неправильный выбор электрода приведет к кратерам на поверхности, подрезам, наплывам, прожогам.

Дефекты, как результат некачественной работы

К дефектам шва аргонодуговой сварки относят:

- *Непровар.* Отсутствие надежного соединения между металлами, что негативно сказывается на прочности. Для решения проблемы плохого качества сварки аргоном потребуется разделить кромки с противоположной стороны шва и заново сварить изделия.
- *Трещина.* Результат неправильного расположения шва аргоновой сварки, завышенный ампераж процесса, резкое охлаждение, неправильный подбор материалов, повышенное содержание углерода и примесей.

- *Наплывы.* Расплавленный металл натекает на основной без сплавления, что возникает из-за недостаточного прогрева, избытка присадочного материала.
- *Подрезы.* Углубления в околошовной зоне, что ослабляет шов. Результат завышенного ампеража.
- *Кратеры.* Углубления по причине обрыва сварочной дуги. Ослабляют соединение из-за уменьшения сечения шва. Для устранения следует высверлить или вырезать кратер до основного металла.
- *Прожоги.* Сквозное проплавление по причине завышенного ампеража, недостаточного перемещения дуги, большого зазора между кромками. Исправляют ошибку зачисткой и заваркой.

По этой причине важно знать, как правильно вести шов в аргонодуговой сварке и как работать с электродами.

При работе с TIG следует соблюдать определенные правила. В противном случае высока вероятность совершения ошибок и получения некачественного соединения металлов. К основным дефектам относят непровар, трещины, наплывы, прожоги, которых можно избежать при грамотной подготовке поверхности и правильном выборе электрода.

27. Техника безопасности при аргоновой сварке

При любых сварочных работах необходимо соблюдать технику безопасности, использовать специальную одежду, защищающую руки, глаза, органы дыхания.

При аргоновой сварке устанавливаются следующие меры предосторожности:

- Запрещено выполнять регулировку и ремонт сварочного аппарата во включенном состоянии.
- Рядом с источником аргона на расстоянии 10 метров не должно быть источников открытого огня.
- При выполнении автоматической сварки запрещено вручную менять параметры работы сварочного аппарата.
- Перед началом сварки необходимо убедиться в надежности крепления газового шланга, а также проверить заземление аппарата.
- Рукоять и горелка должны быть покрыты металлом полностью.
- Необходимо заранее позаботиться о качественной вентиляции, если работы выполняются в закрытом помещении.
- При выполнении очистки поверхности металла химическими реактивами следует использовать специальную защитную одежду.

Соблюдение техники безопасности позволит не только выполнить работу максимально качественно, но и избежать отравления и получения травм и ожогов.

28. Правила эксплуатации баллонов с защитными газами.

Использование любых технических газов в баллонах осуществляется в строгом соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов». Согласно этому документу, доставка аргона в баллонах, его хранение и применение выполняются следующим образом:

- для заправки аргоном допускаются исключительно аттестованные емкости с исправными вентилями, на корпусе сосуда не должно быть трещин, вмятин, ржавчины и прочих дефектов;
- допустимое рабочее давление баллонов – не менее 150 атм;

- транспортировка и хранение аргона осуществляются в стальных сосудах, окрашенных в серый цвет и имеющих соответствующую зеленую надпись;
- в емкости с аргоном не должны попадать масляные примеси, поэтому во время перевозки и хранения предпринимаются особые меры по защите баллонов;
- во время подготовки к перевозке вентили аргоновых баллонов следует защитить специальными колпаками, предотвращающими любые механические воздействия на запорное приспособление;
- при укладке баллонов в спецавтотранспорт емкости размещают горизонтально, направив все вентили в одну сторону;
- приемка емкостей осуществляется в соответствии с нормами ГОСТ 10157-79;
- при эксплуатации аргона на предприятии обязательно назначение ответственного работника, контролирующего соблюдение техники безопасности;
- в местах с риском скопления аргона следует проводить газовый контроль воздуха, отслеживая концентрации кислорода и принимая необходимые меры при превышении допустимого порога в 19 %.

4.Комплект билетов.

5.Экзаменационная ведомость.

Оценка запланированных результатов по МДК

Результаты (освоенные общие компетенции)	Показатели оценки результата
Уметь:	
У1-- Проверять работоспособность и исправность оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе	Правильно подбирает инструмент и оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования
Знать:	
31- Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе, и обозначение их на чертежах	Читает чертежи, схемы, технологические карты, знает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе, и обозначение их на чертежах
32 - Основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе	Знает основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе
33 - Сварочные (наплавочные)	Знает сварочные (наплавочные) материалы для

материалы для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе	ручной дуговой сварки (наплавки,) неплавящимся электродом в защитном газе
34 - Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения	Знает устройство сварочного и вспомогательного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения
35 - Основные типы и устройства для возбуждения и стабилизации сварочной дуги (сварочные осцилляторы)	Знает основные типы и устройства для возбуждения и стабилизации сварочной дуги (сварочные осцилляторы)
36 - Правила эксплуатации газовых баллонов	Знает правила эксплуатации газовых баллонов
37- Технику и технологию ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе для сварки различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.	Знает и выполняет ручной дуговой сваркой неплавящимся электродом в защитном газе различные детали и конструкции в различных пространственных положениях сварного шва
38- Причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при ручной дуговой сварке (наплавке) неплавящимся электродом в защитном газе.	Знает причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при ручной дуговой сварке (наплавке) неплавящимся электродом в защитном газе.
ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем	Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях. Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии.
ПК 3.1 Основные группы и марки материалов, свариваемых ручной	Перечисляет основные группы и марки материалов, сварки (наплавки) неплавящимся электродом.

дуговой сваркой (наплавкой) неплавящимся электродом в защитном газе	Осуществляет подбор сварочных материалов для сварки (наплавки) неплавящимся электродом. Объясняет устройство сварочного и вспомогательного оборудования для сварки (наплавки) неплавящимся электродом, назначение и условия работы контрольно измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения. Выполняет технологию сварки (наплавки) неплавящимся электродом сталей во всех пространственных положениях сварного шва. Излагает этапы проведения предварительного и сопутствующего (межслойного) подогрева металла. Объясняет причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых изделиях. Анализирует причины возникновения дефектов сварных швов при сварке (наплавки) неплавящимся электродом сталей, и устраняет их.
ПК 3.2 Сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе	Перечисляет основные группы и марки цветных металлов и сплавов, сварки (наплавки) неплавящимся электродом Осуществляет подбор сварочных материалов для сварки (наплавки) неплавящимся электродом из цветных металлов и сплавов. Объясняет устройство сварочного и вспомогательного оборудования для сварки (наплавки) неплавящимся электродом, назначение и условия работы контрольно измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения. Осуществляет настройку оборудования для сварки (наплавки) неплавящимся электродом. Выполняет технологию сварки (наплавки) неплавящимся электродом из цветных металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва. Излагает этапы проведения предварительного и сопутствующего (межслойного) подогрева металла. Объясняет причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых изделиях. Анализирует причины возникновения дефектов сварных швов при сварке (наплавке) неплавящимся

	электродом из цветных металлов и сплавов, и устраняет их.
ПК 3.3 Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения	Осуществляет подбор наплавочных материалов для сварки (наплавки) неплавящимся электродом. Объясняет этапы подготовки и проверки сварочных материалов для сварки (наплавки) неплавящимся электродом. Выполняет проверку оснащенности сварочного поста сварки (наплавки) неплавящимся электродом. Осуществляет проверку работоспособности и исправности оборудования поста сварки (наплавки) неплавящимся электродом. Выполняет сварку (наплавку) неплавящимся электродом различных деталей. Объясняет причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в наплавляемых изделиях.

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 03.01 Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки) неплавящимся электродом в защитном газе 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. Сущность ручной аргонодуговой сварки. Преимущества и недостатки. 2. Дефекты сварных швов конструкций выполненных РАД, способы их предупреждения и устранения 3. Расшифровать марки проволок для сварки Св-08Г2С, Св-АК5, Св-06Х19Н9Т,		

Критерии оценки ответов, обучающихся:

«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.

«4» (хорошо) – если студент полно освоил учебный материал, владеет научно понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет теоретические знания на практике, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.

«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 практик ориентированные вопросы; не умеет доказательно обосновать собственные суждения.

«2» (неудовлетворительно) – если студент имеет разрозненные, бессистемные знания, допускает ошибки в определении базовых понятий, искажает их смысл; не может практически применять теоретические знания.