

Частное образовательное учреждение
профессионального образования
«Западно-Уральский горный техникум»

МДК.02.02. Основы проектирования технологических процессов

(ПМ.02 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ)

*Методические указания для самостоятельной работы студентов
заочной формы обучения специальности*

*15.02.19 Сварочное производство
(базовая подготовка)*

Пермь, 2025

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности **15.02.19 Сварочное производство (базовая подготовка)** и рабочей программой профессионального модуля.

Методические указания рассмотрены и утверждены методическим советом ЧОУ ПО «ЗУГТ»

Протокол № 1 от 24 января 2025 г.

Методические указания содержат теоретический материал по дисциплине, содержание практических занятий, задания для самостоятельной работы студентов.

1. ВВЕДЕНИЕ

Методические указания и задания для контрольных работ по МДК 02.02. Основы проектирования технологических процессов (ПМ.02 Разработка технологических процессов и проектирование изделий) предназначены для реализации ФГОС СПО по специальности 15.02.19 Сварочное производство (базовая подготовка).

С целью овладения видом профессиональной деятельности **Разработка технологических процессов и проектирование изделий** и соответствующими профессиональными компетенциями студент в ходе освоения профессионального модуля должен:

иметь практический опыт:

- выполнения расчетов и конструирование сварных соединений и конструкций;
- проектирования технологических процессов производства сварных конструкций с заданными свойствами;
- осуществления технико-экономического обоснования выбранного технологического процесса;
- оформления конструкторской, технологической и технической документации;
- разработки и оформления графических, вычислительных и проектных работ с использованием информационных и (или) компьютерных технологий;

уметь:

- пользоваться справочной литературой для производства сварных изделий с заданными свойствами;
- составлять схемы основных сварных соединений;
- проектировать различные виды сварных швов;
- составлять конструктивные схемы металлических конструкций различного назначения;
- производить обоснованный выбор металла для различных металлоконструкций;
- производить расчеты сварных соединений на различные виды нагрузки;
- разрабатывать маршрутные и операционные технологические процессы;
- выбирать технологическую схему обработки;
- проводить технико-экономическое сравнение вариантов технологического процесса;

знать:

- основы проектирования технологических процессов и технологической оснастки для сварки, пайки и обработки металлов;
- правила разработки и оформления технического задания на проектирование технологической оснастки;
- методику прочностных расчетов сварных конструкций общего назначения;
- закономерности взаимосвязи эксплуатационных характеристик свариваемых материалов с их составом, состоянием, технологическими режимами, условиями эксплуатации сварных конструкций;
- методы обеспечения экономичности и безопасности процессов сварки и обработки материалов;
- классификацию сварных конструкций;

- типы и виды сварных соединений и сварных швов;
- классификацию нагрузок на сварные соединения;
- состав ЕСТД;
- методику расчета и проектирования единичных и унифицированных технологических процессов;
- основы автоматизированного проектирования технологических процессов обработки деталей.

Целью изучения МДК 02.02. Основы проектирования технологических процессов является усвоение обучающимися теоретических знаний и практических умений, а также формирование **общих компетенций (ОК) (частично):**

ОК1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

профессиональных компетенций (ПК):

ПК 2.1. Выполнять проектирование технологических процессов производства сварных соединений с заданными свойствами.

ПК 2.2. Выполнять расчеты и конструирование сварных соединений и конструкций.

ПК 2.3. Осуществлять технико-экономическое обоснование выбранного технологического процесса.

ПК 2.4. Оформлять конструкторскую, технологическую и техническую документацию.

ПК 2.5. Осуществлять разработку и оформление графических, вычислительных и проектных работ с использованием информационно-компьютерных технологий.

Количество часов на освоение на освоение программы профессионального модуля:

всего – **350** часов, в том числе:

максимальной учебной нагрузки обучающегося – **213** часов, включая:

- обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося – **34/30** часов;
- в том числе лекции – **24/20**, практические занятия – **10/10**;
- самостоятельной работы обучающегося – **179/183** часа;

Производственная практика ПП.02 – 180 часов

Форма отчетности по междисциплинарному курсу МДК 02.02. Основы проектирования технологических процессов – **экзамен.**

Форма отчетности по профессиональному модулю ПМ.02 Разработка технологических процессов и проектирование изделий – **экзамен (квалификационный).**

2. СОДЕРЖАНИЕ МДК.02.02. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Наименование разделов и тем	Количество ауд. часов при заочной / заочной ускоренной форме обучения (час.)			Самост. работа студентов (час.)
	Всего	в том числе		
		лабор. работа	практ. работа	
Раздел 1. Основы проектирования технологических процессов и технологической оснастки для сварки	8/6		5	79/81
Тема 1.1 Технологический процесс как часть производственного процесса.	4/3			39/40
Тема 1.2 Общая характеристика этапов проектирования.	4/3			40/41
Раздел 2. Методика расчета и проектирования единичных и унифицированных технологических процессов	16/14		5	100/102
Тема 2.1 Технологические процессы	3/3			20/21
Тема 2.2 Заготовительные операции	3/3			20/21
Тема 2.3 Сборка	3/2			20/20
Тема 2.4 Выбор оборудования и инструментов для сварки с учетом	3/2			20/20

Наименование разделов и тем	Количество ауд. часов при заочной / заочной ускоренной форме обучения (час.)			Самост. работа студентов (час.)
	Всего	в том числе		
		лабор. работа	практ. работа	
эксплуатационных свойств конструкций и экономических показателей источников питания				
Тема 2.5 Определение массы изделия. Формулы для расчета массы деталей	2/2			10/10
Тема 2.6 Расчет режимов сварки	2/2			10/10
Всего по дисциплине	34/30		10/10	179/183

3. СОДЕРЖАНИЕ МДК 02.02. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Раздел 1. Основы проектирования технологических процессов и технологической оснастки для сварки

Тема 1.1. Технологический процесс как часть производственного процесса

Технические условия и требования к сварочным операциям. Состав, свойства и состояния металлов и сплавов, применяемых в сварочном производстве. Взаимосвязь технических характеристик свариваемых материалов с их составом, состоянием технологическими режимами, условиями эксплуатации. Техно-экономическое сравнение вариантов технологического процесса. Степень сложности изделий. Рациональный подход в проектировании. Основы автоматизированного проектирования технологических процессов обработки деталей. Состав Единой системы технологической документации.

Методические указания

Технологический процесс (ТП)— это упорядоченная последовательность взаимосвязанных действий, выполняющихся с момента возникновения исходных данных до получения требуемого результата.

Технологический процесс — это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда. К предметам труда относят заготовки и изделия.

Как правило, каждая технологическая операция выполняется на одном рабочем месте не более, чем одним сотрудником. Технологические процессы состоят из *технологических (рабочих) операций*, которые, в свою очередь, складываются из *технологических переходов*.

Технологическим переходом называют законченную часть технологической операции, выполняемую с одними и теми же средствами технологического оснащения.

Вспомогательным переходом называют законченную часть технологической операции, состоящей из действий человека и (или) оборудования, которые не сопровождаются изменением свойств предметов труда, но необходимы для выполнения технологического перехода.

Для осуществления техпроцесса необходимо применение совокупности орудий производства — технологического оборудования, называемых **средствами технологического оснащения**.

Установка — часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемой заготовки или сборочной единицы.

В зависимости от применения для решения одной и той же задачи различных приёмов и оборудования различают следующие *виды техпроцессов*:

- **Единичный** технологический процесс (ЕТП). Разрабатывается индивидуально для конкретной детали.

Типичный технологический процесс (ТТП). Создается для группы изделий, обладающих общностью конструктивных признаков. Разработку типовых технологических процессов осуществляют на общегосударственном и отраслевом уровнях, а также на уровнях предприятия в соответствии с общими правилами разработки технологических процессов.

- **Групповой технологический процесс (ГТП).**

В промышленности и сельском хозяйстве описание технологического процесса выполняется в документах, именуемых операционная карта технологического процесса (при подробном описании) или маршрутная карта (при кратком описании).

- Маршрутная карта — описание маршрутов движения по цеху изготавливаемой детали.

- Операционная карта — перечень переходов, установок и применяемых инструментов.

- Технологическая карта — документ, в котором описан: процесс обработки деталей, материалов, конструкторская документация, технологическая оснастка.

Технологические процессы делят на *типовые* и *перспективные*.

Типичный техпроцесс имеет единство содержания и последовательности большинства технологических операций и переходов для группы изделий с общими конструкторскими принципами.

Перспективный техпроцесс предполагает опережение (или соответствие) прогрессивному мировому уровню развития технологии производства.

Управление проектированием технологического процесса осуществляется на основе *маршрутных* и *операционных технологических процессов*.

Маршрутный технологический процесс оформляется маршрутной картой, где устанавливается перечень и последовательность технологических операций, тип оборудования, на котором эти операции будут выполняться; применяемая оснастка; укрупненная норма времени без указания переходов и режимов обработки.

Операционный технологический процесс детализирует технологию обработки и сборки до переходов и режимов обработки. Здесь оформляются операционные карты технологических процессов.

Вопросы для самоконтроля

1. Технические условия.
2. Металлы и сплавы, применяемые в сварочном производстве.
3. Технологический режим.
4. Техничко-экономическое сравнение вариантов технологического процесса.
5. Единой системы технологической документации.

Тема 1.2 Общая характеристика этапов проектирования.

Карты технологических процессов выполнения сварки. Принципы и правила проектирования технологических процессов и технологической оснастки. Правила разработки и оформления технического задания на проектирование технологической оснастки. Методы обеспечения экономичности и безопасности процессов сварки и обработки металлов.

Методические указания

Технологическая карта содержит:

Операции и переходы, выполняемые при дуговой сварке:

1. Установить заготовку
2. Произвести разделку кромок
3. Определить корень шва
4. Определить диаметр электрода
5. Установить деталь
6. Произвести прихватку
7. Осмотреть деталь на корабление
8. Произвести сварку
9. Отбить шлак
10. Осмотреть шов с целью выявления дефектов

ТИПОВАЯ ФОРМА КАРТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СВАРКИ (НАПЛАВКИ) КОНТРОЛЬНОГО СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ

Ф.И.О. сварщика

Способ сварки
Наименование НД
(шифр)
Тип шва
Тип соединения
(по НД)
Положение шва
Вид соединения
Сварочные материалы
(марка, стандарт, ТУ)

Клеймо

Основной материал
(марка)
Типоразмер, мм:

диаметр
толщина
способ сборки
требования к прихватке
Сварочное оборудование

Табл. 1 - Эскизы соединения

Конструкция	Конструктивные элементы шва	Порядок сварки

Табл. 2 - Технологические параметры сварки

Номер валика (шва)	Способ сварки	Диаметр электрода или проволоки, мм	Род и полярность тока	Сила тока, А	Напряжение, В	Скорость подачи проволоки, м/ч	Скорость сварки, м/ч	Расход защитного газа, л/мин.

Защита обратной стороны шва

Вылет электрода, мм

Ширина валика шва _____

Расстояние сопла горелки
от изделия, мм _____

Толщина валика шва _____

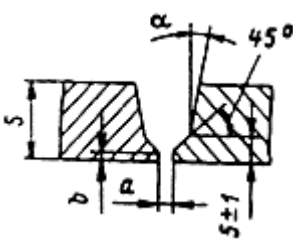
Дополнительные технологические требования по сварке:

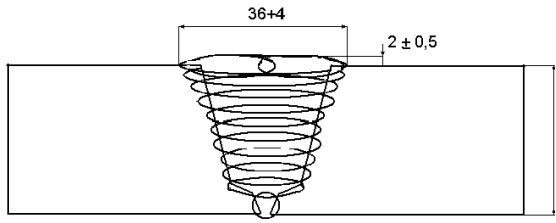
Табл. 3 - Карта технологического процесса сварки комбинированных стыков паропроводов из стали 12Х1МФ, 15Х1М1Ф

№ п/п	Наименование	Обозначения показатели
1	<i>Нормативный документ</i>	РД 153-34.1-003-01
2	Способ сварки	РАД, РД
3	Основной материал (марки)	12Х1МФ, 15Х1М1Ф
4	Основной материал (группа)	4
5	Сварочные материалы	Аргон, сварочная проволока Ø 2мм Э-09Х1МФ, электроды Ø3, 4мм ТМЛ-3У
6	Толщина свариваемых деталей, мм	36
7	Диаметр деталей в зоне сварки, мм	≥133 мм
8	Тип шва	СШ
9	Тип соединения	С
10	Вид шва соединения	ос (бп)
11	Форма подготовки кромок	Тр-6
12	Положение при сварке	Н45
13	Вид покрытия электродов (для РД)	Б
14	Режимы подогрева	-
15	Режимы термообработки	-
16	Дополнительные параметры	-

Табл. 4 - Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей

Тип раз-дел-ки	Конструктивные элементы подготовленных кромок свариваемых деталей	Конструктивные размеры				Наружный диаметр трубы, D_H , мм
		S , мм	a , мм	b , мм	α , градусы	

Тр-6		≥ 16	$2 \begin{smallmatrix} \pm 0,5 \\ \pm 0,5 \end{smallmatrix}$	$1,5 \begin{smallmatrix} \pm 0,5 \\ \pm 0,5 \end{smallmatrix}$	$10 \begin{smallmatrix} \pm 2 \\ \pm 2 \end{smallmatrix}$	≥ 133
		≥ 10	$\leq 0,5(1,5 \pm 0,5)$	$1,5 \begin{smallmatrix} \pm 0,5 \\ \pm 0,5 \end{smallmatrix}$	$10 \begin{smallmatrix} \pm 2 \\ \pm 2 \end{smallmatrix}$	≥ 133

Конструктивные элементы шва	
-----------------------------	---

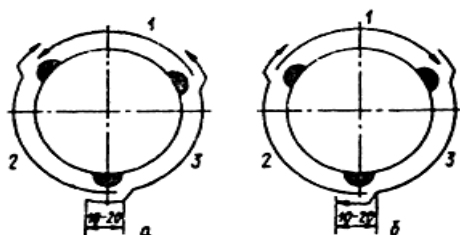


Рис. 1 - Порядок сварки

Направление и порядок ручной аргодуговой сварки корневого слоя вертикального (а) и горизонтального (б) неповоротных стыков: 1-3 - порядок выполнения участков шва

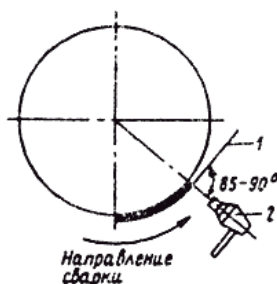


Рис. 2 - Порядок сварки

Взаимное расположение присадочной проволоки (1) и горелки (2) при ручной аргодуговой сварке корневого слоя шва стыка труб без подкладного кольца

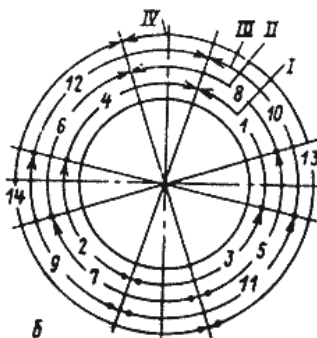


Рис. 3 - Порядок наложения слоев при сварке вертикальных неповоротных стыков труб:

б - стык труб диаметром более 219 мм;

1-14 - последовательность наложения участков (слоев);

I-IV - слои шва

Табл. 5 - Сварочное оборудование

Сварочное оборудование (тип)	Инвертор «Kemppi Master Tig MLS 2500»
Метод подготовки и очистки	Механический – наружной поверхности на длину 20мм, внутренней – 10мм
Требования к прихватке	Число прихваток – 3-4, длина – 30-40мм, высота - 5-6мм

Табл. 6 - Параметры процесса сварки

№ слоя (валика)	Диаметр электрода, мм	Род и полярность тока	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В
1	2,5	Постоянный, обратная	70-90	22 - 25
2 - 8	2,5-3	Постоянный, обратная	70-90	22 - 25

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите карты технологических процессов выполнения сварки.
2. Перечислите принципы и правила проектирования технологических процессов и технологической оснастки.
3. Техническое задание на проектирование технологической оснастки.
4. Безопасность процессов сварки и обработки металлов.

Практические занятия:

1. Изучение составов, свойств и состояний металлов и сплавов.
2. Выбор металла для различных металлоконструкций и его обоснование.
3. Выбор технологической схемы обработки сварных конструкций.
Технико-экономическое сравнение вариантов технологического процесса

4. *Составление маршрутных и технологических карт выполнения сварки.*
5. *Разработка и оформление технического задания на проектирование технологической оснастки.*

Раздел 2. Методика расчета и проектирования единичных и унифицированных технологических процессов

Тема 2.1 Технологические процессы

Понятие о технологическом цикле, его стадиях и характеристиках. Технологические процессы, определения и основные понятия.

Методические указания

Технологические процессы содержат описание всех выполняемых работ при изготовлении сварного изделия с указанием всех приемов, режима, последовательности выполнения операций и переходов. Основные требования к техпроцессу — это обеспечение качества изделия и производительности, наличие всех данных для нормирования трудовых затрат и обеспечение безопасности выполняемых работ.

Технологические операции описываются на специальных бланках в определенной последовательности и сшиваются, образуя технологический процесс.

Все эти разновидности бланков соответствуют различным стандартам по форме.

Технологический процесс состоит из следующих бланков:

1. Титульный лист ГОСТ 3.1105-84.
2. Ведомость оснастки ГОСТ 3.1122-84.
3. Маршрутная карта ГОСТ 3.1118-82.
4. Карта эскизов ГОСТ 3.1105-84.
5. Операционная карта ГОСТ 3.1404-86.
6. Комплектовочная карта ГОСТ 3.1123-84.
7. Правила отражения техники безопасности ГОСТ 3.1120-83.
8. Формы и правила оформления документов на технологические процессы раскроя материалов ГОСТ 3.1402-84.

В зависимости от типа технологического процесса употребляются определенные бланки, но, как правило, в каждом технологическом процессе всегда присутствуют бланки номеров: 1; 2; 3; 5; 6; 7.

Стандартом ГОСТ 3.1705-81 установлены правила записи операций и переходов сварки и определены термины (слова, которыми нужно пользоваться, а также допустимые термины) при написании в технологических процессах, например, «паять», «сварить», «прихватить», «приварить», «заварить» и т. д.

Стандарт ГОСТ 3.1129-93 определяет общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции, а также правила оформления маршрутных карт (ГОСТ 3.1118-82).

ГОСТ 3.1109-82 предусматривает термины и определения операций и переходов технологических процессов изготовления и ремонта изделий машиностроения.

1. Технологический процесс — это часть производственного процесса, содержащая действия по изменению состояния предмета труда. К предметам труда относятся заготовки и изделия.

2. Технологическая операция — это законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте.

По степени подробности описания технологического процесса употребляется:

1. Маршрутное описание технологического процесса (маршрутный техпроцесс) — это сокращенное описание всех технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов.

2. Операционное описание технологического процесса — это полное описание всех технологических операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и технологических режимов, с выполнением иногда необходимых эскизов.

3. Маршрутно-операционное описание технологического процесса — это сокращенное описание технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения с полным описанием отдельных операций в других технологических документах.

По организации производства технологические процессы и операции подразделяются на:

Единичный технологический процесс — это процесс изготовления или ремонта изделия одного наименования, типоразмера и исполнения, независимо от типа производства, т. е. персональный техпроцесс на конкретный сварной узел.

Типовой технологический процесс — это процесс изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками. Например, технологический процесс изготовления гаек, болтов, пайка, сварка или зачистка группы однотипных деталей.

Групповой технологический процесс — это процесс изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками, например трубопроводы гидросистем для экскаватора, разные по конфигурации, расположению гибов, разной длины, но у всех них на концах привариваются ниппели шаровые, и т. д.

Типовая технологическая операция — это операция, характеризующаяся единством содержания и последовательности технологических переходов для группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками.

Групповая технологическая операция — это операция совместного изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками.

Раскрой металла — это разделение металла на отдельные заготовки, иногда разные по форме, размерам, но одинаковой толщины — по комплектности на одну единицу изделия, на машинокомплект.

Технологический переход — это законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке.

Технологический режим — это совокупность значений параметров технологического процесса в определенном интервале времени работы. К параметрам режима сварки относятся сила тока, диаметр электрода, скорость сварки, напряжение на дуге и т. д.

Техническое нормирование, технологическая норма — это установление технически обоснованных норм расхода производственных ресурсов, например, расход сварочных и основных (на изделие) материалов, электроэнергии, вспомогательных материалов и т. п.

Средства технологического оснащения — это совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса.

В технологических процессах сборки, сварки описывают по переходам весь порядок работ, последовательность собираемых деталей, способ их установки и закрепления, количество и размеры прихваток, способы и средства зачистки узла, а также операции и объем контроля. Сварщик должен понимать технологический процесс и грамотно уметь читать его.

Из-за неумения читать техпроцесс, в первую очередь из-за незнания особенностей обозначения сварных швов на чертежах, например при сварке прерывистых швов, часто в производстве бывает брак, причем неисправимый.

К вспомогательному сварочному оборудованию относится все - то оборудование, которое напрямую не связано с образованием сварного шва или реза.

Вопросы для самоконтроля:

1. Опишите технологические процессы.
2. Назовите технологические операции.
3. Перечислите технологические циклы.
4. Назовите технологические стадии.
5. Приведите технологические характеристики.
6. Назначение комплекточной карты.

Тема 2.2 Заготовительные операции

Исходные данные для проектирования технологического процесса. Выбор заготовительных операций: правка материала, разметка, раскрой, обработка кромок и торцов, гибочные и вальцовочные работы.

Методические указания

Наряду с необходимостью *размечать, выправлять и резать заготовки из металлопроката перед сваркой*, большую роль играют операции по очистке и гибке. Технологические особенности этих мероприятий зависят от состава сплава, размеров изделий, типа используемого сварочного оборудования, требований к качеству сварного соединения и других подробностей производственного цикла.

При толщине листов и полос в пределах 60 мм допустима *холодная гибка* на листогибочных вальцах, так получают заготовки конической и цилиндрической формы. Листогибочные вальцы могут достигать в длину 13 метров – то есть теоретически на них можно обрабатывать любой серийно выпускаемый металлопрокат. Но каждый технологический метод имеет свои ограничения – как универсальная установка плазменной резки не сможет прорезать любой металл, так и листогибочные вальцы не применимы во всех производственных случаях. Недостатки этого метода гибки связаны с двумя факторами:

- Концевой участок полосы/листа остается плоским – чем меньше количество валов, тем больше величина плоского участка заготовки.
- Величина радиуса изгиба не должна превышать предельного значения, при котором пластическая деформация становится недопустимой.

Для устранения прямолинейности применяется предварительная гибка кромок либо калибровка уже сваренного изделия. Для сварочных работ по листовым заготовкам цилиндрической и конической формы можно использовать различные сварочные аппараты, в том числе и трансформаторного типа.

Двухвальцевые листогибочные механизмы с эластичным покрытием нижнего вала (из полиуретана или схожего по упругости материала) позволяют минимизировать величину прямолинейной «полки» при гибке листов толщиной менее 6 миллиметров. Упругое покрытие нижнего вала равномерно обжимает заготовку вокруг верхнего вальца, изгиб получается заданной кривизны практически по всей длине листа.

Полосы и листы с поверхностями сложной кривизны изготавливают на машинах с вальцами переменного диаметра. При массовом и крупносерийном производстве оптимальна холодная штамповка, ее широко используют на листовых заготовках толщиной не более 10 мм. Холодная штамповка характеризуется высокой производительностью и большей точностью форм и размеров получаемых изделий, чем вальцовые гибочные механизмы. Низкая себестоимость штампованных заготовок позволяет удешевить и саму сварку.

Формообразование металлических оболочек особо больших размеров может производиться специальным методом взрывной штамповки. Трубы и профильный прокат подвергают холодной гибке на трубогибочных и роликогибочных станках. Перспективны в использовании специальные конструкции гибочных станков с зональным индукционным нагревом заготовок. Лист в таких механизмах нагревается в узкой области до 950-1000°C и непрерывно перемещается. Участок деформации отличается хорошей пластичностью и устойчивостью к механическим нагрузкам. На подобных индукционных станках образование гофров в сжимаемой зоне исключено, они занимают промежуточное положение между оборудованием для горячей и холодной гибки.

Стальные листы и полосы толщиной свыше 10 миллиметров выгибают на «горячих» гибочных вальцах и прессах. При необходимости гнутые профильные элементы несортной номенклатуры могут обрабатываться на прессах и кромкогибочных станках непосредственно на производстве. При сварочных работах, либо когда установка плазменной резки используется по гофрированному металлу, следует учитывать разную жесткость гофры в зависимости от способа

изготовления. Штампованные гофролисты с плоскими поперечными кромками жестче, чем произведенные с помощью гибочных станков.

Для *очистки* составных элементов будущего сварного узла используются два основных способа – химический и механический.

1. *Химическая очистка* чаще актуальна перед сваркой с помощью газопламенных сварочных аппаратов, качественные инверторы менее чувствительны к чистоте свариваемых термическим методом кромок.

Ванное травление предполагает погружение деталей в раствор и статическую выдержку в течение определенного времени.

Струйное травление производится быстрее и требует значительной технологической подготовки.

В определенном смысле к химической очистке можно отнести и другие предсварочные мероприятия с помощью реактивов – грунтовку свариваемых кромок, пассивирование, подготовка химически активной поверхности к воздействию установки плазменной резки и т.д.

2. *Механическая очистка* выполняется на дробеметных и дробеструйных аппаратах, на зачистных станках, иглофрезах, осуществляется с помощью шлифовальных лент, кругов и ручных металлических щеток. Наиболее производительны аппараты, использующие для очистки стальную дробь. Ее размер составляет от 0.7 до 4.2 миллиметра и зависит от толщины обрабатываемого металла и степени загрязнения. Дробеструйные машины «выстреливают» стальные шарики давлением сжатого воздуха.

Дробеметные аппараты обходятся без компрессорного оборудования – дробь выбрасывается вращающимися роторными лопатками. Первый вид оборудования дольше служит, второй более производителен и экономичен. И дробеструйные, и дробеметные установки по требованиям техники безопасности должны работать только в защитных камерах. Имеются специальные дробеструйные аппараты, которые используются для очистки крупных конструкций и допускают бескамерное применение, но их производительность мала. Ручная механическая очистка с помощью «болгарок», шлифовальных кругов и обыкновенных щеток и зубил традиционно остается «спутницей» бытовой и индивидуальной сварки.

Вопросы для самоконтроля:

1. Указать технологию правки материала.
2. Алгоритм выполнения разметки.
3. Технология раскроя металла.
4. Технология обработки кромок и торцов.
5. Технология гибки и вальцовки.
6. Технология очистки металлов и сплавов.

Тема 2.3 Сборка

Выбор способа сборки. Определение подготовительных работ в процессе сборки. Выбор сборочно-сварных приспособлений.

Методические указания

Технологические требования сборке и сварке:

1. При подготовке к сварке стык зачищается с наружной стороны на 70мм в обе стороны, с внутренней стороны по 15-20 мм. Фаску стыка зачистить до металлического блеска.

Зона зачистки стыка перед сваркой

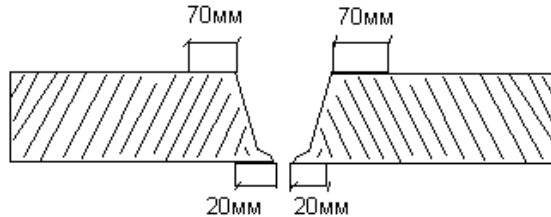


Рис. 4 - Подготовка к сварке

2. Прямолинейность труб в месте стыка (отсутствие переломов) и смещение кромок проверяют линейкой длиной 400 мм, прикладывая ее в трех-четырех местах по окружности стыка. В правильно собранном стыке максимально допустимый просвет между концом линейки и поверхностью трубы должен быть не более 1,5 мм на расстоянии 200 мм от стыка, в сваренном стыке - не более 3 мм.

3. Во время сварки элементов труб, следует заглушать концы труб или закрывать задвижки на трубопроводе.

4. Неповоротные стыки свариваются в направлении снизу вверх, отступая на 10-20 мм от нижней точки. На потолочном участке неповоротного стыка прихватка не ставится. Сварку стыков необходимо начинать сразу после прихватки.

5. Перед гашением дуги заполнить кратер путем постепенного отвода электрода и вывода дуги назад на 10-15 мм. Последующее зажигание дуги производить на металле шва на расстоянии 12-18 мм от кратера.

6. Стыки труб сваривать без перерыва. Не прекращать сварку до заполнения половины высоты разделки по всей окружности. До полного окончания сварки стыка нельзя подвергать его механическим воздействиям.

7. При обнаружении дефектов дефектное место удалить механическим способом до «чистого» металла и заварить вновь.

8. После сварки каждого валика шов зачистить от шлака и брызг металла и производить ВК поверхности на отсутствие дефектов. При сварке высота валика должна быть 5-7мм, ширина – не более 35 мм.

9. Ручную дуговую сварку следует выполнять возможно короткой дугой.

10. Основной шов, накладываемый после корневого слоя, выполняют два сварщика. Для совместной работы подбираются сварщики, в равной степени владеющие техникой сварки слоями повышенной толщины и выполняющие ее примерно с одинаковой скоростью.

11. Облицовочный слой, должен отвечать следующим требованиям:

- иметь равномерную чешуйчатость с размером чешуек 1-1,5 мм;

- отсутствие западаний между валиками;
- иметь плавный переход от одного валика к другому и к поверхности трубы;
- перекрытие крайними валиками кромок труб должно быть 1-3 мм.

Вопросы для самоконтроля:

1. Способы сборки.
2. Подготовительные работы в процессе сборки.
3. Сборочно-сварные приспособления.
4. Техника безопасности при сборочных работах.

Тема 2.4 Выбор оборудования и инструментов для сварки с учетом эксплуатационных свойств конструкций и экономических показателей источников питания

Выбор оборудования и инструментов для сварки с учетом эксплуатационных свойств конструкций и экономических показателей источников питания.

Методические указания

Табл. 7 - Указания по проверке сварочного оборудования, инструмента и приспособлений

Назначение оборудования, инструмента, приспособлений и основные проверяемые показатели	Технические требования	Допускаемые отклонения от требований
I. Оборудование для контактной стыковой и точечной сварки		
1. Напряжение первичного тока	380 в	—15 в + 25 в
2. Рабочее давление сжатого воздуха	5,5 ати	— 1 ати
3. Герметичность системы охлаждения	Полная	—
4. Циркуляция воды в системе охлаждения	Беспрепятственная, с расходом, указанным в паспорте машины	—
5. Длина рычага механизма осадки у стыковых сварочных машин с ручным приводом	При сварке арматурной стали класса А-IV не менее 1200 мм	—
6. Длина рукоятки ручных зажимов стержней в электродах стыковых сварочных машин	Не менее 500 мм	—
7. Установка электродов	а) В машинах для стыковой сварки — соосное расположение свариваемых стержней	—
	б) В машинах для точечной	—

Назначение оборудования, инструмента, приспособлений и основные проверяемые показатели	Технические требования	Допускаемые отклонения от требований
	сварки с двусторонним подводом тока — соосное расположение верхнего и нижнего электродов	
	в) То же, с односторонним подводом тока — оси смежных электродов должны располагаться в одной вертикальной плоскости параллельно друг к другу	—
8. Закрепление электродов	Надежно, без люфтов	—
II. Оборудование для дуговой сварки		
1. Тип источника питания током	В зависимости от способа сварки в соответствии с рекомендациями	—
2. Подключение источника питания током постов ванной сварки	К самостоятельным электрическим сборкам, получающим ток от отдельных фидеров ближайшего трансформаторного поста	—
3. Напряжение тока, питающего первичную обмотку сварочного трансформатора	380 в	—15 в +25 в
4. Напряжение холостого хода генератора при полуавтоматической ванной сварке	На 2—5 в выше начального напряжения сварки	—
5. Прикрепление гибких токоподводящих кабелей (к трансформаторам, друг к другу и т. п.)	плотное с помощью наконечников, скрепляемых болтами или другим способом, обеспечивающим хороший электрический контакт	—
6. Площадь поперечного сечения гибких токоподводящих кабелей	В зависимости от сварочного тока в а: до 200—25 мм ²	2×10 мм ²
	200—300—50 мм ²	2×16 мм ²
	300—400—70 мм ²	2×25 мм ²
	400—600—95 мм ²	2×35 мм ²
7. Длина гибкого кабеля	Не более 30 м	
8. Изоляция гибких кабелей	Без нарушений	—
9. Полярность дуги при сварке	В соответствии с	—

Назначение оборудования, инструмента, приспособлений и основные проверяемые показатели	Технические требования	Допускаемые отклонения от требований
постоянным током	рекомендациями	
10. Чистота контактных поверхностей электродов (губок) и токоподводящего электрода стола в машинах для сварки под слоем флюса тавровых соединений элементов закладных деталей	Зачистка до металлического блеска	
11. Скорость подачи сварочной проволоки	В зависимости от диаметров проволоки и свариваемых стержней в соответствии с требованиями	
12. Равномерность подачи сварочной проволоки	Подача без рывков и задержек	
13. Диаметр отверстия в наконечнике держателя полуавтомата	Наконечник выбирается в зависимости от диаметра сварочной проволоки. Диаметр отверстия канала наконечника должен быть больше диаметра проволоки на 0,3 мм	
14. Выработка канала в наконечнике держателя	Местная выработка не более 1,5 мм	Наконечник может быть повернут так, чтобы проволока прижималась к невыработанному участку канала
III. Инструмент (электроды) для контактной стыковой или точечной сварки		
1. Геометрические размеры	В зависимости от диаметра свариваемых стержней в соответствии с требованиями	При точечной сварке увеличение диаметра или размеров овальной рабочей поверхности в плане вследствие деформации электродов не должно превышать 3 мм
2. Форма электродов для точечной сварки	В зависимости от вида свариваемых элементов в соответствии с рекомендациями	-
3. Форма гнезд в электродах для сварки арматурной стали встык	В зависимости от класса арматурной стали в соответствии с рекомендациями	
4. Состояние рабочих поверхностей электродов	а) Чистые до металлического блеска б) Отсутствие вмятины —	Вмятины глубиной не более 1,5 мм

Назначение оборудования, инструмента, приспособлений и основные проверяемые показатели	Технические требования	Допускаемые отклонения от требований
	желобка в месте контакта со стержнями в) Форма поверхности в соответствии с требованиями	
V. Приспособления для дуговой сварки швами или ванной сварки		
1. Тип электрододержателя для дуговой многоэлектродной ванной сварки	Специальный в соответствии с рекомендациями	Обычный
2. Тип и размеры инвентарных форм	В зависимости от положения и диаметра свариваемых стержней в соответствии с рекомендациями	
3. Износ инвентарных форм	Зазор между цилиндрическими поверхностями стержней и форм не более 2 мм, а толщина стенок уменьшена не более чем на 0,15 d	
4. Состояние внутренней (рабочей) поверхности медных форм	Свободна от шлака	
5. Струбцины и зажимы для закрепления инвентарных форм	Специальные, соответствующие рекомендации	Иной конструкции при условии обеспечения заданной технологии сварки

Вопросы для самоконтроля

1. Выбор оборудования и инструментов для сварки.
2. Приспособления для сварки
3. Проверка сварочного оборудования и инструментов

Тема 2.5 Определение массы изделия. Формулы для расчета массы деталей.

Методические указания

Масса наплавленного металла $M_{\Sigma HM}$, (перевести в кг), определяется по формуле:

$$M_{\Sigma HM} = \sum F_H \cdot \sum L_{ш} \cdot \gamma, \quad (1)$$

где $M_{\Sigma HM}$ - масса наплавленного металла, г;

$\sum F_H$ - сумма площадей наплавленного металла всех швов, см²;

γ - плотность металла, г/см³;

$\sum L_{ш}$ - сумма длин всех швов, см.

При определении расхода электродов учитывается вес наплавленного металла, а также все неизбежные потери металла в процессе сварки на угар и разбрызгивание, в виде электродного покрытия.

Расход электродов при ручной дуговой сварке, $G_{эл}$, кг, определяется по формуле:

$$G_{эл} = \psi \cdot M_{\Sigma НМ}, \quad (2)$$

где $G_{эл}$ - расход электродов при ручной дуговой сварке, кг

ψ - коэффициент расхода, учитывающий потери электродов на огарки, угар и разбрызгивание металла;

$M_{\Sigma НМ}$ - масса наплавленного металла.

Расход проволоки при автоматической сварке под флюсом или в CO_2 , $G_{пр}$, кг, определяется по формуле:

$$G_{пр} = M_{\Sigma НМ} \cdot (1 + \psi), \quad (3)$$

где $G_{пр}$ - расход проволоки при автоматической сварке под флюсом или в CO_2 , кг;

$M_{\Sigma НМ}$ - масса наплавленного металла, кг;

ψ - коэффициент потерь проволоки.

Табл. 8 - Коэффициент расхода ψ при различных способах сварки

Способы сварки	ψ
Ручная дуговая сварка электродами марок:	
- ВСЦ-3, ОЗЛ-4, КУ-2	1,4
- АН-1, ОМА-11, АНО-1	1,5
- УОНИ-13/45, ВСП-1, МР-1, АМО-5, ОЗС-3, АНО-3, ОЗС-6, УП-1/5	1,6
- МР-3, НИАТ-6, ЗИО-7, АНО-4, ОЗС-4, К-5А, УОНИ-13/55	1,7
- ОММ-5, СМ-5, ВСЦ-2, ЦЛ-11	1,8
- УТ-15, ЦТ-17	1,9
- ОЗА-1, ОЗА-2	2,3
Автоматическая сварка под флюсом и электрошлаковая	1,02
Полуавтоматическая сварка под флюсом	1,03
Сварка неплавящимся электродом в инертных газах с присадкой:	1,1
- ручная	1,02
- автоматическая	
Автоматическая и полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в инертных газах и в смеси инертных и активных газов	1,05
Автоматическая и полуавтоматическая сварка в углекислом газе и автоматическая сварка в смесях газов 50% (Ar+CO ₂)	1,15

Для определения расхода флюса учитывается его расход на образование

шлаковой корки и неизбежные потери на просыпание при сборке изделия и на распыление.

Расход флюса на изделие $G_{\text{ф}}$, кг определяется по формуле:

$$G_{\text{ф}} = \psi_{\text{ф}} \cdot G_{\text{пр}}, \quad (4)$$

где $G_{\text{ф}}$ - масса израсходованного флюса, кг;

$\psi_{\text{ф}}$ - коэффициент, выражающий отношение массы израсходованного флюса к массе сварочной проволоки и зависящий от типа сварного соединения и способа сварки (таблица 1.9);

$G_{\text{пр}}$ - масса расходуемой проволоки, кг.

Табл. 9 - Коэффициент расхода $\psi_{\text{ф}}$ при сварке под флюсом

Способ сварки	Швы стыковых и угловых соединений		Швы тавровых соединений без скоса и со скосом кромок
	без скоса кромок	со скосом кромок	
Автоматическая	1,3	1,2	1,1
Полуавтоматическая	1,4	1,3	1,2

Массу расходуемого флюса $m_{\text{пр}}$, кг, можно определить и от веса наплавленного металла.

При автоматической сварке расход флюса на изделие $G_{\text{ф}}$, кг, определяется по формуле:

$$G_{\text{ф}} = (0,1 \dots 1,2) \cdot M_{\Sigma \text{НМ}}, \quad (5)$$

где $G_{\text{ф}}$ - расход флюса на изделие, кг;

$M_{\Sigma \text{НМ}}$ - масса наплавленного металла, кг.

При полуавтоматической сварке расход флюса на изделие $G_{\text{ф}}$, кг, определяется по формуле:

$$G_{\text{ф}} = (1,2 \dots 1,4) \cdot M_{\Sigma \text{НМ}}, \quad (6)$$

где $G_{\text{ф}}$ - расход флюса на изделие, кг;

$M_{\Sigma \text{НМ}}$ - масса наплавленного металла, кг.

Расход углекислого газа определяется по формуле:

$$G_{\text{CO}_2} = 1,5 \cdot G_{\text{пр}}, \quad (7)$$

где G_{CO_2} - расход углекислого газа, кг;

$G_{\text{пр}}$ - масса расходуемой проволоки, кг.

Если известна масса наплавленного металла $M_{\text{НМ}}$ одного метра шва, то расход электроэнергии W , кВт·ч, можно вычислить из удельного расхода электроэнергии по формуле:

$$W = \alpha_3 \cdot M_{\text{НМ}}, \quad (8)$$

где W - расход электроэнергии, кВт·ч;

$M_{\text{НМ}}$ – масса наплавленного металла одного метра шва, кг;
 α_3 – удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, кВт·ч/кг.
 Для укрупнённых расчётов величину α_3 можно принимать равной:

- при сварке на переменном токе, кВт·ч/кг 3...4
- при многопостовой сварке на постоянном токе, кВт·ч/кг 6...8
- при автоматической сварке на постоянном токе, кВт·ч/кг 5...8
- под слоем флюса, кВт·ч/кг 3...4

Вопросы для самоконтроля

1. Определение массы изделия.
2. Формулы для расчета массы деталей.
3. Формулы для расчёта наплавленного металла

Тема 2.6 Расчет режимов сварки

Расчет режимов сварки. Выбор диаметра электрода, силы сварочного тока, напряжения дуги, площади поперечного сечения шва, выполненного за один проход, числа проходов, рода тока, скорости сварки. Расчет потребности электродов.

Методические указания

Критерием оптимального выбора режимов служит максимальная производительность процесса сварки при условии получения требуемых геометрических размеров поперечного сечения шва, регламентированных ГОСТ 14771-76, ГОСТ 5264-80, ГОСТ 8713-79 и достаточно низких потерь металла на угар и разбрызгивание.

Основными параметрами режима автоматической, полуавтоматической сварки под флюсом являются сварочный ток, диаметр, скорость подачи сварочной проволоки, напряжение на дуге, скорость сварки.

Табл. 10 – Режимы сварки

Катет сварно го шва, мм	Диаметр проволо ки, d, мм	Сварочн ый ток, $I_{\text{св}}$, А	Напряжен ие дуги, $U_{\text{д}}$, В	Скорост ь подачи проволо ки, $V_{\text{под}}$, м/ч	Скорос ть сварки, $V_{\text{св}}$, м/ч	Вылет электро да, I_3 , мм	Расхо д газа, дм ³ /м м

Расчет режимов сварки производится всегда для конкретного случая.
 Определяем скорость сварки, $V_{\text{св}}$, м/ч

$$V_{\text{св}} = \frac{\alpha_n \cdot I}{\gamma \cdot A_{\text{ш}}} \quad (9)$$

где α_n – коэффициент наплавки;

I – сила тока, А;

γ – удельная плотность ($\gamma=7,85$ г/см³);

$$A_{ш} - \text{площадь поперечного сечения шва, мм}^2$$

$$A_{ш} = \frac{K_f}{2} + 1,05 \cdot K_f \cdot q \quad (10)$$

где K_f – катет шва, мм;

q – высота усиления шва, мм.

$$q = 0,3 K_f \quad (11)$$

определяем скорость подачи сварочной проволоки, $V_{под}$, м/ч

$$V_{под} = \frac{4 \cdot \alpha_n \cdot I}{n \cdot d^2 \cdot \gamma} \quad (12)$$

где d – диаметр сварочной проволоки, мм.

Учитывая выбранный способ и режимы сварки, выбираем сварочное оборудование. Рассчитанные диапазоны скоростей уточняем по паспортным данным полуавтомата. Далее описываем принцип работы, конструкцию и техническую характеристику выбранного сварочного оборудования.

Для контроля сварных швов колонны целесообразно выполнить макроанализ, проверить сварные швы на наличие внутренних дефектов. Макроанализ выполняется с помощью контроля и замера размеров сварных швов специальными шаблонами.

Наличие внутренних дефектов можно выявить с помощью ультразвукового или магнитографического методов контроля качества.

Вопросы для самоконтроля

1. Режимы сварки.
2. Выбор диаметра электрода, силы сварочного тока, напряжения дуги, площади поперечного сечения шва, выполненного за один проход, числа проходов, рода тока, скорости сварки.
3. Расчет потребности электродов.

Практические занятия:

1. *Определение заготовительных операций.*
2. *Выбор способа сборки и определение подготовительных работ в процессе изготовления рамы.*
3. *Выбор технологической схемы обработки стойки.*
4. *Выбор источника питания, вида сварки, диаметра электрода, силы сварочного тока*
5. *Определение массы изделия.*
6. *Разработка маршрутных и операционных технологических процессов на изделие (сварная балка, лестница, колонны и т.д.).*

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Классификация сварных конструкций
2. Детали машин, их назначение, применение и характеристика
3. Технология сварки балки из листового материала
4. Параметры трубопровода, определяющие его прочность и надёжность
5. Требования к сварке конструкций
6. Каркасы зданий, их назначение
7. Прокатный профиль для изготовления сварных металлоконструкций
8. Основные требования к деталям машин
9. Порядок подготовки и сборки деталей под сварку
10. Особенности сварки конструкций при отрицательной температуре
11. Влияние взаимозаменяемости на качество сборочных единиц машин
12. Колонны: назначение, классификация
13. Технология сварки решётчатой фермы
14. Детали специального назначения
15. Классификация и краткая характеристика листовых конструкций
16. Резервуары: назначение, виды
17. Деформации упругие и пластические
18. Требования к сборке конструкций
19. Выбор способа сварки при изготовлении тонколистовой металлоконструкции
20. Напряжения: допустимые, рабочие, предельные
21. Балки: назначение, классификация
22. Охарактеризуйте понятия: "посадка", "виды"
23. Подготовка элементов сквозной колонны из уголков под сварку
24. Стойки, колонны: элементы, назначение
25. Способы усиления прочности сварного шва при изготовлении балок
26. Сборочные единицы; их назначение в сборочном узле
27. Ферма: назначение, материал
28. Последовательность сборки решетчатых ферм (деталь, балка, ферма)
29. Детали общего назначения
30. Сварка труб "с козырьком"
31. Типы ферм в зависимости от очертаний фермного пояса
32. Способы сварки резервуаров
33. Сварные конструкции из алюминиевых сплавов и пластмасс
34. Материал для изготовления балок
35. Требования к сварным конструкциям
36. Технология сварки днища резервуаров
37. Испытание трубопроводов на непроницаемость швов
38. Преимущества и недостатки резьбовых соединений
39. Технология сварки стенки резервуара
40. Расчет устойчивости строительной конструкции
41. Преимущества и недостатки шлицевых соединений
42. Технология сварки труб с поворотом
43. Способы контроля соединений на плотность
44. Преимущества и недостатки неразъёмных соединений на сварке

45. Виды подготовительных работ при изготовлении сварных конструкций
46. Выбор сварочного оборудования
47. Сварка стыка двутавровой балки из листового металла
48. Предупреждение деформаций в сварных соединениях
49. Сварка стыка трубопровода неповоротным швом
50. Стандартные размеры пролётов при построении промышленных сооружений
51. Подготовка труб под сварку
52. Фахверк: определение, элементы, назначение
53. Охарактеризуйте понятие "технологичность сварных конструкций"
54. Выбор сварочно-сборочного оборудования
55. Сварка стыка двутавровой балки прокатного профиля
56. Исправление деформаций в сварных соединениях
57. Виды деформаций при сварке и способы их устранения
58. Выбор материала для сварки конструкций
59. Технология сварки фермы
60. Стали для изготовления сварных конструкций
61. Назначение маршрутных и технологических карт
62. Выбор режима дуговой сварки конструкции
63. Технология сварки стойки из швеллеров
64. Металлы, применяемые для сварки электроды
65. Понятие о технологическом процессе изготовления сварных конструкций
66. Контроль качества сварных соединений
67. Особенности сварки балочных конструкций
68. Подготовка элементов балки из листового металла под сварку
69. Проковка сварных соединений
70. Общие условия, которые необходимо учитывать при отработке технологичности сварных конструкций

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Номер раздела	Номер и наименование занятия
1	1. Изучение составов, свойств и состояний металлов и сплавов. 2. Выбор металла для различных металлоконструкций и его обоснование. 3. Выбор технологической схемы обработки сварных конструкций. Техничко-экономическое сравнение вариантов технологического процесса 4. Составление маршрутных и технологических карт выполнения сварки. 5. Разработка и оформление технического задания на проектирование технологической оснастки.
2	1. Определение заготовительных операций. 2. Выбор способа сборки и определение подготовительных работ в процессе изготовления рамы. 3. Выбор технологической схемы обработки стойки. 4. Выбор источника питания, вида сварки, диаметра электрода, силы сварочного тока 5. Определение массы изделия. 6. Разработка маршрутных и операционных технологических процессов на изделие (сварная балка, лестница, колонны и т.д.).

4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Необходимым этапом самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения над программным материалом является выполнение одной контрольной работы по предложенному варианту. Зачётная контрольная работа предъявляется до экзамена.

Контрольная работа - это самостоятельная работа студента с литературой, ответы на поставленные вопросы и выполнение конкретных заданий, она должна показать умение студента кратко и четко отвечать на поставленные в теме вопросы, подбирать и использовать необходимые для ответа материалы.

Цель конкретной работы - привить навыки самостоятельного изучения учебного материала, закрепление знаний по изучаемой дисциплине.

Контрольная работа должна быть выполнена в установленные учебным графиком сроки, по правильному варианту и выполнена в соответствии с требованиями.

К выполнению работы следует приступить только после тщательного изучения теоретического материала согласно содержанию программы.

Ответы на вопросы нужно начинать с новой страницы. Вопросы необходимо переписывать полностью. Ответы на них должны быть четкими и конкретными, содержать необходимые иллюстрации (схемы, графики, таблицы), ссылки на литературу.

Получив контрольную работу после проверки, студент должен ознакомиться с рецензией и с учетом замечаний доработать отдельные вопросы.

Незачтенная контрольная работа возвращается студенту, выполняется новая контрольная работа по указанному преподавателем варианту и сдается этому же преподавателю на проверку с незачтенной контрольной работой.

Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, возвращается без проверки и зачета. Студенты, не выполнившие контрольные работы или получившие за них отрицательную оценку (незачет), к сдаче экзамена не допускаются.

При написании и оформлении контрольных работ необходимо соблюдать следующие правила:

1. Текст печатается на стандартных листах формата А4 с одной стороны шрифтом TimesNewRoman размером 14 кеглей (через 1,5 интервала), сноски, таблицы (шрифт – 12, через 1 интервал), с оставлением полей: слева – 30 мм, сверху – 25 мм, справа – 10 мм, снизу – 25 мм.

Расстановка переносов – автоматически, абзац – 1,25, выравнивание – по ширине без отступов.

2. В работе используется сквозная нумерация страниц, включая библиографию и приложения. На первой странице (титulyном листе) номер не ставится, оглавление работы нумеруется цифрой 2. Номер страницы проставляется арабскими цифрами в правом верхнем углу страницы.

Каждая часть, библиография, приложения начинаются с новой страницы.

3. Для контрольной работы используется титульный лист установленной формы (форма утвержденного титульного листа общая для всех контрольных работ

находится на сайте техникума)

4. Таблицы, рисунки должны иметь порядковый номер и название;
5. Приложения должны иметь порядковый номер (Приложение 1 и т.д.)...,
6. Объем работы от 10 до 15 страниц без приложений.
7. Завершает работу список использованных источников, который должен быть оформлен строго в соответствии с установленными правилами.
8. В конце контрольной работы следует поставить дату выполнения контрольной работы и свою подпись.
9. Выбор варианта.

Вариант контрольной работы определяется по последней цифре студенческого билета. Например, ваш шифр 149, следовательно, номер варианта 9. Контрольная работа состоит из 4 теоретических вопросов. Выбор вопросов осуществляется по табл. 1 согласно варианту.

Контрольная работа

1. Расчёт режимов ручной дуговой сварки стыковых соединений.
2. Расчёт режимов ручной дуговой сварки угловых швов.
3. Расчет режима сварки в среде углекислого газа швов стыковых соединений.
4. Расчет режима сварки в среде углекислого газа угловых швов сварных соединений.
5. Расчет режимов механизированной (полуавтоматической) и автоматической сварки под слоем флюса стыковых соединений.
6. Расчет режимов механизированной (полуавтоматической) и автоматической сварки под слоем флюса угловых швов сварных соединений.
7. Расчет режима электрошлаковой сварки проволочными электродами.
8. Расчет режима электрошлаковой сварки пластинчатыми электродами.
9. Технология сварки балки из листового материала.
10. Прокатный профиль для изготовления сварных металлоконструкций.
11. Особенности сварки конструкций при отрицательной температуре.
12. Технология сварки решётчатой фермы.
13. Выбор способа сварки при изготовлении тонколистовой металлоконструкции.
14. Последовательность сборки решетчатых ферм (деталь, балка, ферма).
15. Сварка труб "с козырьком".
16. Способы сварки резервуаров.
17. Технология сварки днища резервуаров.
18. Технология сварки стенки резервуара.
19. Технология сварки труб с поворотом.
20. Сварка стыка двутавровой балки из листового металла.
21. Предупреждение деформаций в сварных соединениях.
22. Сварка стыка трубопровода неповоротным швом.
23. Подготовка труб под сварку.
24. Охарактеризуйте понятие "технологичность сварных конструкций".
25. Сварка стыка двутавровой балки прокатного профиля.
26. Исправление деформаций в сварных соединениях.
27. Виды деформаций при сварке и способы их устранения.
28. Назначение маршрутных и технологических карт.
29. Технология сварки стойки из швеллеров.
30. Контроль качества сварных соединений.
31. Особенности сварки балочных конструкций.
32. Проковка сварных соединений.
33. Пути обеспечения устойчивости каркаса здания из сварных металлоконструкций.
34. Напряжения: допустимые, рабочие, предельные.
35. Сварные конструкции из алюминиевых сплавов и пластмасс.
36. Выбор материала для сварки конструкций.
37. Технология сварки фермы.
38. Стали для изготовления сварных конструкций.
39. Виды подготовительных работ при изготовлении сварных конструкций.

40. Технология сварки фермы.

Табл. 1 – Перечень вариантов контрольной работы

Номер варианта	Перечень вопросов			
1	1	11	21	31
2	2	12	22	32
3	3	13	23	33
4	4	14	24	34
5	5	15	25	35
6	6	16	26	36
7	7	17	27	37
8	8	18	28	38
9	9	19	29	39
0	10	20	30	40

6. ЛИТЕРАТУРА

Основные источники:

1. Ковтунов, А.И. Проектирование сварочных цехов: практикум / А.И. Ковтунов, Д.И. Плахотный. — Тольятти: Изд-во ТГУ, 2015 — 55 с.
2. Конюшков Г.В. Специальные методы сварки плавлением. / Г.В. Конюшков, В.Г. Конюшков, В.Ш. Авагян. — М.: Дашков и К, Ай Пи Эр Медиа, 2014. — 144 с.
3. Гаспарян В.Х. Электродуговая и газовая сварка [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Х. Гаспарян, Л.С. Денисов. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2013. — 304 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24088.html>.
4. Дедюх Р.И. Технология сварки плавлением. Часть II. учебное пособие / Р.И. Дедюх. — Томск: Томский политехнический университет, 2015. — 170 с.
5. Лупачёв В.Г. Ручная дуговая сварка: учебник / В.Г. Лупачёв. — Минск: Вышэйшая школа, 2014. — 416 с.

Дополнительные источники:

6. Овчинников В.В. Расчёт и проектирование сварных конструкций - М.: ИЦ «Академия», 2010. 256 с.
7. Овчинников В.В. Расчёт и проектирование сварных конструкций: Практикум и курсовое проектирование - М.: ИЦ «Академия», 2010. 224 с.
8. Глухов Л.В., Иванов С.Д., Лукашкина Н.В. Основы расчета и конструирования. - М.: Издательство МГУ, 1996.
9. Моисеенко В.П. Материалы и их поведение при сварке.- Ростов н/Д: Феникс, 2009. 300,[1] с. ил.
10. Банов М.Д. Специальные способы сварки и резки.- М.: ИЦ «Академия», 2009. 208 с.
11. Юхин Н.А. Газосварщик - М.: ИЦ «Академия», 2010. 160 с.
12. Маслов Б.Г. Производство сварных конструкций.- М.: ИЦ «Академия», 2010. 288 с.
13. Милютин В.С. Источники питания и оборудование для электрической сварки плавлением.- М.: ИЦ «Академия», 2010. 368 с.
14. Овчинников В.В. Оборудование, механизация и автоматизация сварочных процессов: иллюстрированное учеб. пособие - М.: ИЦ «Академия», 2010. 24 плаката.

Электронная библиотека	- Электронно-библиотечная система "Iprbookshop" http://www.iprbookshop.ru/6951.html .
------------------------	---

Периодические издания:

1. Информационно-технический журнал «Сварщик»;
2. Журнал «Автоматизированная сварка» -
<http://patonpublishinghouse.com/rus/journals/as> ;
3. Информационно-технический журнал «Сварщик в России» -
<http://booktech.ru/journals/svarshchik-v-rossii/2341-svarshchik-v-rossii-2013-06.html> .

Интернет-ресурсы:

15. Форум «Сварка-резка»: [Электронный ресурс] – Режим ввода: www.svarka-reska.ru ;
16. Форум «Про сварку»: [Электронный ресурс] – Режим ввода: www.prosvarky.ru ;
17. Форум «Сварка»: [Электронный ресурс] – Режим ввода: www.svarkainfo.ru
18. Образовательный портал: [Электронный ресурс] – Режим ввода: www.edu.sety.ru ;
19. Учебная мастерская: [Электронный ресурс] – Режим ввода: www.edu.BPwin
- Мастерская Dr_dimdim.ru ;
20. Образовательный портал: [Электронный ресурс] – Режим ввода: www.edu.bd.ru .