

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»**  
**Автомеханический техникум**

С. Н. Петухова

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**  
**ОБУАЮЩИХСЯ**  
**ПО ПМ.02. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ**

для обучающихся на специальности  
22.02.06 Сварочное производство

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся по профессиональному модулю ПМ.02. Разработка технологических процессов и проектирование изделий / составитель: С. Н. Петухова. - Ульяновск: УлГУ, 2020. Настоящие методические указания предназначены для студентов по специальности 22.02.06 Сварочное производство всех форм обучения, изучающих профессиональный модуль ПМ.02. Разработка технологических процессов и проектирование изделий. В работе приведены литература по профессиональному модулю, основные темы профессионального модуля и вопросы в рамках каждой темы, рекомендации по изучению теоретического материала, контрольные вопросы для самоконтроля. Обучающимся очной формы обучения они будут полезны при подготовке к практическим занятиям и к экзамену по данному профессиональному модулю.

Рекомендованы к введению в образовательный процесс Научно-педагогическим советом Автомеханического техникума УлГУ (протокол № 11/1 от 26 мая 2020 г.).

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Литература для изучения профессионального модуля	4
2	МДК.02.01.	4
	Основы расчета и проектирования сварных конструкций	
	Раздел. Расчет и проектирование сварных конструкций	
	ТЕМА 1. Развитие сварки в конструкциях	4
	ТЕМА 2. Материалы сварных конструкций	4
	ТЕМА 3. Сварные соединения и расчет их статической прочности	5
	ТЕМА 4. Концентрация напряжений	6
	ТЕМА 5. Сопротивление сварных соединений усталости	7
	ТЕМА 6. Сварочные напряжения, деформации и перемещения	7
	ТЕМА 7. Технологическая прочность сварных соединений	8
	ТЕМА 8. Сварные балки	8
	ТЕМА 9. Стойки	9
	ТЕМА 10. Сопряжение элементов, работающих на изгиб	10
	ТЕМА 11. Решетчатые конструкции	11
	ТЕМА 12. Оболочковые конструкции	11
	ТЕМА 13. Сварные детали и машин	12
3	МДК.02.02.	13
	Основы проектирования технологических процессов	
	Раздел. Проектирование технологических процессов сварочного производства	
	ТЕМА 1. Сварка, сварные соединения и швы	13
	ТЕМА 2. Ручная дуговая сварка	13
	ТЕМА 3. Высокопроизводительные методы ручной дуговой сварки	14
	ТЕМА 4. Сварка плавлением	14
	ТЕМА 5. Плазменная, микроплазменная и лазерная сварка	15

## 1. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

1. Черепяхин, А. А. Технология сварочных работ : учебник для среднего профессионального образования / А. А. Черепяхин, В. М. Виноградов, Н. Ф. Шпунькин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 269 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-08456-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453937>
2. Овчинников Виктор Васильевич. Расчет и проектирование сварных конструкций : учебник для использования в учеб. процессе образоват. учреждений, реализующих программы сред. проф. образования / Овчинников Виктор Васильевич. - 4-е изд., стер. - Москва: Академия, 2015. - 256 с. - (Профессиональное образование) (Сварочное производство). - Библиогр.: с. 249. - ISBN 978-5-4468-2013-9 (в пер.).

### **МДК.02 01. Основы расчета и проектирования сварных конструкций**

#### **Раздел. Расчет и проектирование сварных конструкций**

#### **ТЕМА 1. Развитие сварки в конструкциях**

Исторические этапы применения сварки в конструкциях.

#### **Рекомендации по изучению темы:**

Вопросы изложены в учебнике [2] на с. 4 - 8.

#### **Контрольные вопросы:**

- 1 Каковы основные особенности сварных конструкций?
- 2 Этапы применения сварки в конструкциях.

#### **ТЕМА 2. Материалы сварных конструкций**

Стали. Марки сталей, механические свойства материалов. Цветные сплавы. Сверхпластичные сплавы. Композитные материалы. Централизованное изготовление элементов сварных конструкций.

### **Рекомендации по изучению темы:**

Вопросы изложены в учебнике [2] на с. 9-30.

### **Контрольные вопросы:**

1. Классификация сталей. Маркировка сталей.
2. Механические свойства сталей.
3. Свариваемость сталей, ее оценка. Критерии свариваемости.
4. Классификация сталей по свариваемости.
5. Цветные металлы, применяемые при изготовлении сварных конструкций

### **ТЕМА 3. Сварные соединения и расчет их статической прочности**

Классификация видов сварки. Принцип расчета сварных соединений по предельным состояниям. Сварные соединения, выполненные дуговой сварки. Сварные соединения, выполненные контактной сваркой. Соединения при специальных методах сварки. Обозначение сварных соединений на чертежах.

### **Рекомендации по изучению темы:**

Вопросы изложены в учебнике [2] на с. 9-42.

### **Контрольные вопросы:**

- 1 Как работают сварные соединения узлы под нагрузкой?
- 2 Какие требования предъявляются к конструкциям на этапе проектирования?
- 3 Какие требования предъявляются к сварным конструкциям на этапе проектирования?
- 4 В чем состоит общая задача расчета сварных конструкций?
- 5 Какие факторы определяют величину допускаемых напряжений?
- 6 В чем состоит принцип расчета по предельной нагрузке?
- 7 Каким образом производится оценка прочности по коэффициентам запаса?
- 8 Какие недостатки присущи расчету по допускаемым напряжениям?

## 9 Чем определяются предельные состояния конструкций?

### **ТЕМА 4. Концентрация напряжений**

Общие сведения о концентрации напряжения. Распределение напряжений в стыковых швах. Распределение напряжений в лобовых швах. Влияние низких температур на свойства сварных соединений. Влияние высоких температур на свойства сварных конструкций.

#### **Рекомендации по изучению темы:**

Вопросы изложены в учебнике [2] на с. 43-54.

#### **Контрольные вопросы:**

- 1 Какова величина и характер распределения напряжений в соединениях из легированной стали?
- 2 Каков характер распределения напряжений в соединениях из алюминиевых сплавов?
- 3 Каков характер распределения напряжений в соединениях из титановых сплавов?
- 4 Каковы особенности явления концентрации напряжений?
- 5 Как влияют геометрические размеры концентратора напряжений на прочность твердого тела?
- 6 Какими факторами определяется коэффициент концентрации напряжений?
- 7 Каковы причины концентрации напряжений в сварных конструкциях?
- 8 Как распределены напряжения в стыковых соединениях?
- 9 В чем причины концентрации напряжений в стыковых соединениях?
- 10 В чем причины концентрации напряжений в угловых швах?
- 11 Какими факторами определяется концентрация напряжений в лобовых швах?
- 12 В чем причины концентрации напряжений в соединениях с фланговыми швами?
- 13 Как распределяется напряжения в соединениях с накладками?

## **ТЕМА 5. Сопротивление сварных соединений усталости**

Прочность основного металла при переменных нагрузках. Диаграмма усталостной прочности. Пути повышения усталостной прочности.

### **Рекомендации по изучению темы:**

Вопросы изложены в учебнике [2] на с. 70-76.

### **Контрольные вопросы:**

- 1 В чем заключается смысл расчетного и нормативного сопротивления материала?
- 2 В чем состоит условие выносливости сварных узлов?
- 3 Какие факторы определяют усталостную прочность?
- 4 Прочность основного металла при переменных нагрузках?
- 5 Пути повышения усталостной прочности.

## **ТЕМА 6. Сварочные напряжения, деформации и перемещения**

Образование и определение напряжений и деформаций при сварке. Различные виды деформации элементов сварных конструкций

### **Рекомендации по изучению темы:**

Вопросы изложены в учебнике [2] на с. 32 – 42.

### **Контрольные вопросы:**

- 1 Понятие о концентрации напряжений. Особенности и причины появления концентрации напряжений в стыковых соединениях.
- 2 Распределение и концентрация напряжений в швах нахлесточных соединений.
- 3 Распределение и концентрация напряжений в стыковых швах.
- 4 Распределение и концентрация напряжений в сварных соединениях, выполненных контактной точечной сваркой.
- 5 Выносливость сварных соединений. Механизм усталостного разрушения. Стадии усталостного разрушения.

6 Прочность основного металла при переменных нагрузках.

Параметры циклов нагружения.

## **ТЕМА 7. Технологическая прочность сварных соединений**

Горячие трещины. Холодные трещины. Повышение сопротивляемости образованию горячих и холодных трещин

### **Рекомендации по изучению темы:**

Вопросы изложены в учебнике [2] на с. 76 – 82.

### **Контрольные вопросы:**

1 Расчет прочности стыковых соединений (основные положения расчета и исходные данные для расчета, формулы расчета при действии продольной нагрузки).

2 Расчет прочности нахлесточных соединений (основные положения расчета и исходные данные для расчета, формулы расчета при действии продольной нагрузки).

3 Расчет прочности тавровых соединений (основные положения расчета и исходные данные для расчета, формулы расчета при действии продольной нагрузки).

4 Расчет прочности соединений при точечной сварке (основные положения и исходные данные для расчета, формулы расчета при действии продольной нагрузки).

5 Расчет прочности стыковых соединений при действии изгибающего момента.

6 Расчет прочности нахлесточных соединений при действии изгибающего момента.

7 Расчет прочности тавровых соединений при действии изгибающего момента.

## **ТЕМА 8. Сварные балки**

Централизованное изготовление сварных балок. Расчет жесткости и



прочности балок. Общая, местная устойчивость. Расчет балок с учетом пластических деформаций. Сварные соединения. Стыки. Испытания балок на усталостную прочность и пути ее повышения. Конструкции балок.

**Рекомендации по изучению темы:**

Вопросы изложены в учебнике [2] на с. 82 - 140

**Контрольные вопросы:**

- 1 Какими параметрами характеризуются балочные конструкции?
- 2 Какие основные требования предъявляются к проектированию балок?
- 3 Каким образом осуществляется подбор размеров сечения балки?
- 4 Как определяют высоту балки?
- 5 сварной определяют размеры балки несимметричного сечения?
- 6 Какие существуют варианты изменения сечений сварной балки?
- 7 Как проводится проверка прочности балки на срез?
- 8 В чем состоит условие обеспечения общей устойчивости балки?
- 9 Какие условия определяют местную устойчивость балки?
- 10 Какие применяются схемы укрепления стенок балки ребрами жесткости?
- 11 Для чего служат опорные ребра жесткости?
- 12 В чем состоит условие прочности поясных швов балки?
- 13 Как осуществляется расчет прочности сварных швов коробчатой балки?

**ТЕМА 9. Стойки**

Типы поперечных сечений. Прочность и устойчивость стоек со сплошными поперечными сечениями при центральном приложении усилий. Расчет устойчивости стойки, имеющей поперечное сечение со свободной осью. Соединительные элементы. Стыки. Конструкции стоек.

**Рекомендации по изучению темы:**

Вопросы изложены в учебнике [2] на с. 141 – 157.

**Контрольные вопросы:**

- 1 По каким признакам классифицируют колонны?

- 2 Каковы характеристики сечений сварных центрально – сжатых колонн?
- 3 Какова последовательность подбора сечения стержня сплошной сварной колонны?
- 4 Каким образом окончательно проверяют сечения колонны на устойчивость?
- 5 В чем заключаются особенности расчета стержня сквозной колонны?
- 6 Какова последовательность расчета решетки центрально – сжатой колонны?
- 7 Как подбирают сечение стержня сквозной колонны?
- 8 В какой последовательности проверяют устойчивость сквозной внецентренно сжатой колонны?
- 9 По какой схеме рассчитывают базу колонны?
- 10 В какой последовательности рассчитывают оголовок колонны?
- 11 Как выполняют заводские и монтажные стыки колонн?

#### **ТЕМА 10. Сопряжение элементов, работающих на изгиб**

Типы сопряжений. Расчет прочности по способу расчленения на составляющие. Расчет прочности по способу осевого момента инерции. Сопряжения балок различных профилей. Сопряжение балок со стойками. Точечное соединение работающее на изгиб. Сопряжения балок между собой с дополнительными усилиями.

#### **Рекомендации по изучению темы:**

Вопросы изложены в учебнике [2] на с. 157-161.

#### **Контрольные вопросы:**

- 1 Как работают сварные соединения и сварные узлы под нагрузкой?
- 2 Какие требования предъявляются к сварным конструкциям на этапе проектирования?
- 3 В чем состоит общая задача расчета варных конструкций?
- 4 Каковы особенности работы на изгиб нахлесточных соединений?
- 5 Расчет прочности по способу расчленения на составляющие.

- 6 Расчет прочности по способу осевого момента инерции.
- 7 Сопряжение балок со стойками.
- 8 Сопряжения балок между собой с дополнительными усилиями.

## **ТЕМА 11. Решетчатые конструкции**

Типы ферм. Выбор геометрической формы. Определение нагрузок и усилий стержней. Узлы ферм. Специальные конструкции ферм. Стыковые соединения поясов. Применение алюминиевых сплавов и конструкций ферм. Расчет фермы. Предварительно напряженные элементы.

### **Рекомендации по изучению темы:**

Вопросы изложены в учебнике [2] на с. 165 - 184

### **Контрольные вопросы:**

- 1 По каким критериям классифицируют решетчатые конструкции?
- 2 В какой последовательности производят расчет ферм?
- 3 В чем заключается сущность метода вырезания узлов?
- 4 Каким образом подбирают сечения сжатых и растянутых стержней фермы?
- 5 Каковы преимущества ферм со стержнями замкнутого сечения?
- 6 Какие требования предъявляются к конструированию сварных ферм?
- 7 Как остаточные сварочные напряжения влияют на прочность и устойчивость решетчатых конструкций?

## **ТЕМА 12. Оболочковые конструкции**

Оболочковые конструкции. Вертикально цилиндрические резервуары с плоскими днищами. Цистерны. Газгольдеры и сферические резервуары. Применение специальных сплавов для изготовления резервуаров и цистерн. Тонкостенные сосуды. Трубы и трубопроводы. Барабаны котлов. Коррозия оболочковых конструкций.

### **Рекомендации по изучению темы:**

Вопросы изложены в учебнике [2] на с. 185 – 226.

**Контрольные вопросы:**

- 1 Каковы особенности проектирования и изготовления оболочковых конструкций?
- 2 Как классифицируют пластины?
- 3 В чем сущность бес моментной теории расчёта оболочек?
- 4 Каков смысл уравнения Лапласа?
- 5 Как определяют напряжения в цилиндрической оболочке?
- 6 Как определяют напряжения в сферической оболочке?
- 7 Как проверяют прочность оболочек?
- 8 По какой схеме рассчитывают цистерны?
- 9 Для чего предназначены шаровые резервуары?
- 10 В чем заключается условие прочности сферической оболочки?
- 11 Как проверяют устойчивость сферической оболочки?
- 12 Как оценивают прочность трубопроводов?
- 13 Как рассчитывают сварные соединения трубопроводов?

**ТЕМА 13. Сварные детали и машин**

Эффективность использования сварки в деталях машин. Проектирование конструкций деталей машин. Барабаны. Корпуса редукторов. Шестерни. Шкивы. Сварные рамы. Сварные детали автомобилей. Сварные детали турбин. Надежность деталей машин.

**Рекомендации по изучению темы:**

Вопросы изложены в учебнике [2] на с. 238-249.

**Контрольные вопросы:**

- 1 В чем заключаются особенности сварных машиностроительных конструкций?
- 2 Каков порядок проведения расчета прочности стенки барабана?
- 3 В чем заключаются особенности проверки устойчивости стенки барабана?

- 4 Как оценивают прочность угловых швов зубчатых колес и шкивов?
- 5 Каковы особенности расчета прочности сварного шкива со ступицами?

**МДК.02.02. Основы проектирования технологических процессов**  
**Раздел. Проектирование технологических процессов сварочного**  
**производства**

**ТЕМА 1. Сварка, сварные соединения и швы**

Классификация способов сварки. Основные типы сварных соединений и сварных швов, их обозначение на чертежах. Металлургические процессы при сварке плавлением. Сварочная дуга. Электроды для дуговой сварки. Сварные соединения и швы.

**Рекомендации по изучению темы:**

Вопросы изложены в учебнике [1] на с. 9-30.

**Контрольные вопросы:**

- 1 По каким признакам классифицируют способы сварки?
- 2 Какие температурные участки можно наблюдать в области сваривания?
- 3 Что представляет собой сварка плавлением?
- 4 Каковы особенности сварки с применением давления?
- 5 Какие виды сварных соединений вы знаете?
- 6 Каково назначение коротких сварных швов, называемых прихватками?
- 7 Как образуются холодные и горячие трещины в сварном шве?

**ТЕМА 2. Ручная дуговая сварка**

Оборудование сварочного поста, сварочные электроды. Технология ручной дуговой сварки. Сварка горизонтальных, вертикальных и потолочных швов. Ручная дуговая сварка сталей. Дуговая сварка чугуна. Ручная дуговая сварка цветных металлов и сплавов. Сварка стыковых, угловых швов.

**Рекомендации по изучению темы:**

Вопросы изложены в учебнике [1] на с. 32 -90.

**Контрольные вопросы:**

- 1 История возникновения и развития электродуговых способов сварки
2. Технологические особенности ручной дуговой сварки покрытыми электродами
3. Конструктивные элементы сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой
4. Какие виды сварных швов применяются?
5. Какие типы сварных соединений Вы знаете?
6. Назовите формы разделки кромок сварных заготовок?
7. С какой целью выполняется разделка кромок?
8. Какие стандарты регламентируют геометрические размеры сварных соединений при ручной дуговой сварке?
9. Для каких толщин металла можно выполнять сварку по отбортовке кромок?

**ТЕМА 3. Высокопроизводительные методы ручной дуговой сварки**

Сварка лежачим электродом, спаренными электродами и пучком электродов. Сварка ванным способом, трехфазной дугой.

**Рекомендации по изучению темы:**

Вопросы изложены в учебнике [1] на с. 90 -130.

**Контрольные вопросы:**

- 1 Какие высокопроизводительные способы ручной сварки существуют?
- 2 В чем сущность повышения производительности сварки пучком электродов и наклонным электродом?
- 3 Каковы особенности трехфазной сварки, ее преимущества и недостатки?

**ТЕМА 4. Сварка плавлением**

Сварка под флюсом. Сварка в защитных газах. Электрошлаковая сварка.

### **Рекомендации по изучению темы:**

Вопросы изложены в учебнике [2] на с. 131 – 160.

### **Контрольные вопросы:**

- 1 Какие виды износа деталей оборудования Вы знаете?
- 2 Что называется наплавкой?
- 3 Что такое «доля основного металла в наплавленном»?
- 4 Какие группы наплавочных материалов Вы знаете?
- 5 Что называется восстановительной наплавкой?
- 6 Как регулируют долю основного металла в наплавленном?
- 7 Назовите методы наплавки с минимальным проплавлением основного металла;
- 8 Какими основными показателями характеризуются методы наплавки?
- 9 В каких случаях применяют электрошлаковую наплавку?
- 10 В чем сущность плазменной наплавки?
- 11 Классификация и характеристика методов наплавки деталей.
- 12 Условия работы деталей оборудования.
- 13 Выбор наплавочных материалов.
- 14 Легирование наплавленного металла.

### **ТЕМА 5. Плазменная, микроплазменная и лазерная сварка**

Сущность и технологические возможности сжатой дуги. Технология сварки сжатой дугой. Микроплазменная сварка. Технологические особенности процесса лазерной сварки.

### **Рекомендации по изучению темы:**

Вопросы изложены в учебнике [1] на с. 161 – 220.

### **Контрольные вопросы:**

- 1 Сущность электроннолучевой сварки.
- 2 Оборудование для лазерной сварки.
- 3 Сварка сжатой дугой.
- 4 Перечислите параметры режима плазменной сварки;

- 5 Что является основной частью установки для лазерной сварки?
- 6 Что такое «оптический квантовый генератор»?
- 7 Какое излучение используется для лазерной сварки?
- 8 В чем преимущества лазерной сварки перед дуговой и плазменной?
- 9 Какие толщины металлов можно соединять ультразвуковой сваркой?
- 10 Что применяется в качестве излучателей в ОКГ?
- 11 Какая энергия преобразуется в тепловую при электроннолучевой сварке?
- 12 От чего зависит количество теплоты выделяющейся при электроннолучевой сварке?
- 13 Возможна ли сварка электронным лучом в открытом космосе?
- 14 Что является основным узлом установки для электроннолучевой сварки?