

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета Геоинин В. П.  
«31» августа 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
«Сварка в мостостроении»

**Направление подготовки** 08.03.01 Строительство

**Профиль** Автодорожные мосты и тоннели


**Квалификация выпускника** бакалавр

**Нормативный период обучения** 4 года

**Форма обучения** очная

**Год начала подготовки** 2021


Автор программы

 /Орлов А.С./

Заведующий кафедрой  
Металлических и  
деревянных конструкций

\_\_\_\_\_ / Свентиков А.А./

Руководитель ОПОП

 /Волокитин В.П./

Воронеж 2021

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

Подготовка бакалавра, владеющего комплексом знаний и умений по применению сварочных технологий при проектировании, изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции строительных конструкций и конструкций мостов, тоннелей

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

Формирование у студентов системы компетенций, знаний и умений о способах сварки, их технологических возможностях; дефектах сварки и методах их контроля и устранения по организации и аттестации сварочного производства на предприятии

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Сварка в мостостроении» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины «Сварка в мостостроении» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - Способен организовывать технологический процесс по возведению и реконструкции транспортных сооружений, мостовых и аэродромных конструкций, осуществлять контроль качества и сдачу результатов строительных работ

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
ПК-4	Знать техпроцессы сварки при изготовлении и возведении и монтаже МК мостов и их элементов
	Уметь разрабатывать техпроцессы сварки при изготовлении и возведении мостовых конструкций металлических мостов и МК транспортных и аэродромных сооружений
	Владеть методами техпроцессов сварки при изготовлении и возведении мостовых конструкций металлических мостов и МК транспортных и аэродромных сооружений, методами контроля качества сварки и сдачи в эксплуатацию

## **4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общая трудоемкость дисциплины «Сварка в мостостроении» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	54	54
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Физическая и технологическая сущность процесса сварки и резки металлов. Классификация способов сварки	Физическая и технологическая сущность процесса сварки и резки металлов. Образование соединений при сварке. Классификация способов сварки. Способы сварки в твердой фазе (сварка давлением). Способы сварки в жидкой фазе (сварки плавлением).	4	2	4	8	18
2	Физические процессы в эл. дуге. Основные способы электродуговой сварки	Электрическая дуга. Физические процессы в эл. дуге. Основные способы электродуговой сварки. Способы резки металлов и сплавов. Тепловые процессы при сварке плавлением. Основные характеристики теплового сварочного источника. Термический цикл при сварке. Наплавка.	4	2	4	8	18
3	Формирование и кристаллизация металла шва. Металлургические процессы при дуговой сварке сталей.	Плавление электродного и основного металлов. Формирование и кристаллизация металла шва. Металлургические процессы при дуговой сварке сталей. Формирование химического состава металла шва. Взаимодействие металла с	4	2	4	8	18

		газами и шлаками. Изменение структуры и свойств металла в зоне термического влияния. Строение сварного соединения.					
4	Напряжения и деформации при сварке. Дефекты сварных соединений	Понятие о напряжениях и деформации при сварке. Снижение остаточных напряжений в сварных конструкциях. Предотвращение сварочных напряжений. Исправление сварочных деформации. Дефекты сварных соединений. Дефекты геометрической формы шва. Дефекты металлургического, гидродинамического и термомодеформационного происхождения. Горячие и холодные трещины; поры и неметаллические включения.	2	4	2	10	18
5	Контроль качества сварных соединений. Свариваемость металлов и сплавов	Контроль качества сварных соединений. Виды контроля. Разрушающие и неразрушающие методы контроля на наличие дефектов сварки и отклонений формы и размеров сварных конструкций. Свариваемость металлов и сплавов	1	2	1	5	9
6	Оборудование для дуговой и газовой сварки и резки	Оборудование для дуговой сварки. Оборудование сварочных постов и установок. Условия устойчивого горения дуги. Требования к источникам питания сварочной дуги. Источники питания дуги переменным током (сварочные трансформаторы). Источники питания дуги постоянным током (сварочные генераторы). Источники питания дуги выпрямленным током (сварочные выпрямители). Автоматы и полуавтоматы для дуговой сварки.	1	2	1	5	9
7	Сварочные материалы. Классификация сварных швов и соединений.	Сварочные материалы и технология сварки. Защитные газы. Сварочная (присадочная) проволока. Электроды для ручной дуговой сварки. Сварочные флюсы.	1	2	1	5	9

		Классификация сварных швов и соединений. Подготовка кромок под сварку. Подготовка и сборка деталей под сварку					
8	Технология сварки. Техника безопасности и пожарная безопасность при производстве сварочных работ	Технология ручной дуговой сварки. Технология автоматической и механизированной сварки сталей. Особенности технологии сварки сталей в зависимости от химического состава и при отрицательных температурах. Особенности сборочно-сварочных работ при изготовлении и монтаже мостовых конструкций. Техника безопасности и пожарная безопасность при производстве сварочных работ в заводских условиях и на строительном-монтажных площадках	1	2	1	5	9
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>54</b>	<b>108</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

- Ручная электродуговая сварка
- Механизированная сварка в углекислом газе
- Автоматическая сварка под флюсом
- Контактная эл. сварка
- Газовая сварка и резка сталей
- Контроль качества сварных соединений

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Не аттестован</b>
--------------------	---	----------------------------	-------------------	----------------------

	<b>сформированность компетенции</b>			
ПК-4	Знать техпроцессы сварки при изготовлении и возведении и монтаже МК мостов и их элементов	Посещение лекционных и лабораторных занятий, отчет	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь разрабатывать техпроцессы сварки при изготовлении и возведении мостовых конструкций металлических мостов и МК транспортных и аэродромных сооружений	Посещение лекционных и лабораторных занятий, отчет	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами техпроцессов сварки при изготовлении и возведении мостовых конструкций металлических мостов и МК транспортных и аэродромных сооружений, методами контроля качества сварки и сдачи в эксплуатацию	Посещение лекционных и лабораторных занятий, отчет	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Зачтено</b>	<b>Не зачтено</b>
ПК-4	Знать техпроцессы сварки при изготовлении и возведении и монтаже МК мостов и их элементов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь разрабатывать техпроцессы сварки при изготовлении и возведении мостовых конструкций металлических мостов и МК транспортных и аэродромных сооружений	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Владеть методами техпроцессов сварки при изготовлении и возведении мостовых конструкций металлических мостов и МК транспортных и аэродромных	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

сооружений, методами контроля качества сварки и сдачи в эксплуатацию			
--	--	--	--

## **7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

### **7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**

#### **1. Физическая сущность процесса сварки.**

а) технологический процесс получения неразъемных соединений путем совместного пластического деформирования соединяемых частей;

б) процесс получения неразъемных соединений путем расплавления кромок свариваемых изделий и последующей кристаллизации жидкого металла;

в) процесс получения неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между соединяемыми частями при нагревании и (или) пластическом деформировании.

#### **2. Термодинамическое определение процесса сварки.**

а) процесс получения монокристаллического соединения материалов путем термодинамически необратимого превращения тепловой и (или) механической энергии и вещества в стыке;

б) процесс получения монокристаллического соединения путем превращения тепловой энергии и вещества в энергию сил межатомного взаимодействия в стыке;

в) процесс получения монокристаллического соединения путем превращения механической энергии и пластического деформирования в энергию сил межатомного взаимодействия в стыке.

#### **3. Физические признаки, характеризующие осуществления процесса сварки.**

а) термические (тепловые) процессы нагрева и плавления;

б) механические процессы, создающие давление при сварке;

в) термические процессы, механические процессы, термомеханические процессы.

#### **4. Классификация процессов сварки по физическим признакам.**

а) электродуговая сварка;

б) сварка без давления плавлением;

в) сварка без давления плавлением и сварка давлением.

#### **5. Способы сварки плавлением.**

а) дуговая, электрошлаковая, газопрессовая, термитная, контактная, газовая;

б) дуговая, плазменная, ультразвуковая, газовая, взрывом, диффузионная;

в) дуговая, электронно-лучевая, лазерная, ванная, газовая, термитная, световая, электрошлаковая.

#### **6. Основные характеристики тепловых сварочных источников.**

а) полная и эффективная мощность, распределение теплового потока энергии и ее концентрация, режим работы источника (кратковременный, непрерывный, импульсный);

б) полная и эффективная мощность, температура в источнике тепла, величина тока и напряжение электрической дуги;

в) полная и эффективная мощность, распределение теплового потока энергии и ее концентрация, КПД источника.

#### **7. Термический цикл при сварке.**

а) изменение температуры в данной точке свариваемого тела во времени;

б) изменение температуры по оси движения источников тепла;

в) изменение температуры по линии сплавления.

#### **8. Основные характеристики термического цикла при сварке.**

а) максимальная температура нагрева тела в данной точке, время пребывания

металла выше заданной температуры, скорость нагрева и скорость охлаждения в заданной точке;

б) максимальная температура нагрева тела в заданной точке, максимальная температура нагрева в сварочной ванне, скорость охлаждения при температуре превращения аустенита в мартенсит;

в) скорость нагрева и скорость охлаждения в заданной точке свариваемой заготовки, время пребывания металла выше заданной температуры.

#### **9.Наплавка.**

а) нанесение посредством сварки плавлением слоя металла на поверхность изделия;

б) нанесение поверхностного слоя металла на изделие электродуговой сваркой покрытыми электродами;

в) создание поверхностного слоя металла путем плазменного оплавления изделия.

#### **10.Сварочная электрическая дуга.**

а) устойчивый электрический разряд в сильно ионизированной смеси газов и паров свариваемых металлов, обусловленный протеканием электрического тока между электропроводными телами;

б) процесс образования ионов и электронов в промежутке между электродами, к которым подводится напряжение;

в) процесс протекания постоянного электрического тока между металлическими электродами при приложении к ним разности потенциалов.

#### **11.Признаки классификации сварных дуг.**

а) по среде, в которой происходит дуговой разряд, по роду применяемого электрического тока;

б) по типу электрода, по длительности горения, по характеру воздействия на обрабатываемую поверхность – прямое или косвенное воздействие;

в) по среде, в которой происходит дуговой разряд, по роду применяемого электрического тока, по типу электрода, по длительности горения, по характеру воздействия на обрабатываемую поверхность – прямое или косвенное воздействие.

#### **12.Статическая вольтамперная характеристика сварочной дуги.**

а) зависимость напряжения дуги от сопротивления в дуговом промежутке;

б) зависимость напряжения дуги от силы сварочного тока;

в) зависимость напряжения дуги при постоянной ее длине от силы сварочного тока.

#### **13. Характерные области вольтамперной характеристики электрической дуги при увеличении тока.**

а) только падающая характеристика, т.е. при росте тока напряжение в дуге падает;

б) электрическая дуга имеет области только с жесткой и возрастающей характеристиками;

в) возможно наличие областей с падающей, жесткой и возрастающей характеристиками.

#### **14.Мощность электрической дуги определяется.**

а) величиной тока дуги;

б) величиной напряжения дуги;

в) произведением величины тока на величину напряжения дуги.

#### **15.Плавление электродного металла при электродуговой сварке обусловлено:**

а) теплом электрической дуги, выделяемым в приэлектродной области;

б) теплом, выделяемым в столбе электрической дуги;

в) теплом, выделяемым на вылете электрода (участке от токоподвода до торца плавящегося электрода) за счет прохождения электрического тока;

г) теплом электрической дуги, выделяемым в приэлектродной области, теплом, выделяемым в столбе электрической дуги, теплом, выделяемым на вылете электрода (участке от токоподвода до торца плавящегося электрода) за счет прохождения



электрического тока.

**16.Плавнение основного (свариваемого) металла обусловлено:**

- а) выделением тепла в активном пятне дуги (на поверхности изделия);
- б) выделением тепла в столбе дуги;
- в) выделением тепла в активном пятне дуги (на поверхности изделия) и выделением тепла в столбе дуги.

**17.Перенос капель жидкого металла, образующихся при плавнении электрода в сварочную ванну, обусловлен:**

- а) силой тяжести;
- б) электромагнитными силами, возникающими при протекании тока в дуге;
- в) силой поверхностного натяжения;
- г) силами реакции паров металла, выделяющимися из расплавленного металла капли;
- д) силой тяжести, электромагнитными силами, возникающими при протекании тока в дуге, силой поверхностного натяжения, силами реакции паров металла, выделяющимися из расплавленного металла капли.

**18.Разновидности пространственных положений, при которых выполняются швы сварных соединений при сварке.**

- а) нижнее и вертикальное;
- б) вертикальное и горизонтальное;
- в) потолочное;
- г) нижнее, вертикальное, горизонтальное, потолочное.

**19.Силы, действующие на жидкий металл сварочной ванны и определяющие формирование геометрии сварочного шва.**

- а) сила тяжести;
- б) давление источника теплоты;
- в) сила поверхностного натяжения;
- г) сила тяжести, давление источника теплоты, сила поверхностного натяжения.

**20.Кристаллизация сварочной ванны при сварке плавнением начинается:**

- а) от мелкодисперсных тугоплавких частиц, находящихся в жидком металле сварочной ванны;
- б) от дополнительных центров кристаллизации, вводимых в сварочную ванну из присадочного металла;
- в) от частично оплавленных зерен основного свариваемого металла.

**21.Металлургические процессы (реакции) при сварке плавнением включают в себя:**

- а) взаимодействие расплавленного металла с газами;
- б) взаимодействие расплавленного металла со шлаками;
- в) взаимодействие расплавленного металла с газами и шлаками.

**22.Химический состав металла шва при сварке плавнением определяется:**

- а) химическим составом и долей участия основного (свариваемого) металла в формировании шва;
- б) химическим составом и долей участия электродного металла в формировании шва;
- в) реакциями взаимодействия расплавленного металла с газами и шлаками;
- г) химическим составом и долей участия основного (свариваемого) металла, электродного металла в формировании шва, реакциями взаимодействия расплавленного металла с газами и шлаками.

**23.Основные газы, взаимодействующие с жидким металлом при электродуговой и газовой сварке.**

- а) кислород, азот, гелий;
- б) кислород, водород, аргон;

в) кислород, азот, водород.

**24. Характерные типы металлургических реакций взаимодействия металла со шлаками при сварке плавлением.**

а) реакции перераспределения элементов между металлом и шлаком, реакция взаимодействия металла с водородом;

б) реакции замещения, т.е. вытеснения из шлака в металл (или наоборот) одного элемента другим, науглероживание металла из шлака;

в) реакции перераспределения элементов между металлом и шлаком, реакции замещения, т.е. вытеснения из шлака в металл (или наоборот) одного элемента другим.

**25. Характерные зоны, определяющие строение сварного соединения:**

а) шов и основной металл;

б) шов, зона сплавления, зона термического влияния или околшовная зона, основной металл;

в) шов, зона сплавления, зона закалки, зона перекристаллизации, зона термического влияния, основной металл.

**26. Характерные участки зоны термического влияния или околшовной зоны сварных соединений углеродистых сталей:**

а) участок перегрева, участок нормализации, участок неполной перекристаллизации, участок рекристаллизации, участок синеломкости;

б) участок расплавленного металла, участок неполного расплавления, участок перекристаллизации, участок неполной перекристаллизации, участок старения и рекристаллизации, основной металл;

в) металл шва, участок неполного расплавления, участок перегрева, участок перекристаллизации, основной металл.

**27. Свариваемость как свойство материалов.**

а) способность образовывать неразъемные соединения материалов без трещин и пор;

б) свойство материалов или сочетания материалов образовывать при установленной технологии сварки соединения, отвечающие требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия;

в) способность материалов образовывать неразъемные соединения с одинаковым химическим составом в шве и основном металле.

**28. Сварочные материалы для ручной электродуговой сварки.**

а) сварочная проволока, флюс;

б) сварочная проволока;

в) электроды.

**30. Вещества, входящие в состав покрытия электродов, разлагающиеся при нагреве и образующие газовую атмосферу, препятствующую проникновению кислорода и азота воздуха в дугу и сварочную ванну.**

а) шлакообразующие;

б) легирующие;

в) стабилизирующие;

г) газообразующие.

**31. Вещества, входящие в состав покрытия электродов, облегчающие ионизацию в дуге и увеличивающие интенсивность ее горения.**

а) шлакообразующие;

б) легирующие;

в) стабилизирующие;

г) газообразующие.

**32. Параметры режима ручной дуговой сварки.**

а) время сварки, скорость сварки, величина сварочного тока;

б) величина сварочного тока, напряжение дуги, диаметр электрода;

в) скорость подачи проволоки, величина сварочного тока, напряжение дуги.

**33. Величина сварочного тока выбирается в зависимости от [...].**

а) диаметра электрода и типа металла электродного стержня;

б) химического состава свариваемого металла и пространственного положения сварного шва;

в) напряжения дуги и типа обмазки электродов.

**34. Диаметр электрода выбирается в соответствии с [...].**

а) химическим составом свариваемого металла;

б) толщиной свариваемого металла;

в) характеристиками сварочного оборудования.

**35. Автоматическая сварка под флюсом относится к способам [...].**

а) сварки давлением;

б) сварки плавлением;

в) термомеханическим способам сварки.

**36. Сварочные материалы для автоматической сварки под флюсом.**

а) сварочная проволока, флюс;

б) сварочная проволока;

в) электроды.

**37. Преимущества автоматической сварки под флюсом по сравнению с ручной дуговой:**

а) возможность сварки во всех пространственных положениях;

б) повышение производительности процесса сварки, повышение качества сварных соединений, уменьшение себестоимости 1 м сварочного шва;

в) наложение швов в труднодоступных местах.

**38. Разновидности механизированной (полуавтоматической) сварки в зависимости от характера защиты расплавленного металла и типа электродной проволоки.**

а) аргонодуговая сварка, сварка в  $CO_2$ , сварка в смеси газов;

б) под флюсом, в защитных газах и порошковой проволокой;

в) электрошлаковая и газовая.

**39. Инертные защитные газы.**

а) углекислый газ, азот, водород;

б) аргон, гелий;

в) кислород, ацетилен.

**40. Активные защитные газы.**

а) углекислый газ, азот, водород;

б) аргон, гелий;

в) кислород, ацетилен.

**41. Точечная сварка относится к способам [...].**

а) сварки давлением;

б) сварки плавлением;

в) сварки взрывом.

**42. Параметры режима точечной сварки.**

а) время сжатия, величина сварочного тока, длительность протекания тока, усилие сжатия электродов, время проковки;

б) величина сварочного тока, напряжение дуги, диаметр электрода;

в) величина сварочного тока, скорость подачи проволоки, напряжение в дуге, скорость сварки, диаметр электродной проволоки.

**43. Разновидности точечной сварки.**

а) стыковая и контактная;

б) односторонняя двухточечная, двухсторонняя односточечная;

в) ручная и автоматическая.

#### **44. Горючие газы для газовой сварки.**

- а) азот, водород, кислород;
- б) ацетилено-кислородные, пропан-бутановые смеси, природный газ;
- в) аргон, гелий, углекислый газ.

#### **45. Параметры режима газовой сварки.**

- а) способ сварки (левый и правый), мощность пламени, диаметр присадочной проволоки, траектория движения горелки и присадочной проволоки;
- б) величина сварочного тока, напряжение дуги, диаметр электрода или электродной проволоки, величина зазора между свариваемыми стержнями;
- в) величина сварочного тока, скорость подачи проволоки, напряжение в дуге, скорость сварки, диаметр электродной проволоки.

#### **46. Классификация резки по характеру применяемого подогрева.**

- а) газовая, электрокислородная, кислородно-флюсовая с газовым нагревом;
- б) ацетилено-кислородная, пропан-бутановая;
- в) ручная дуговая, газовая.

#### **47. Классификация резки по характеру образуемых резов.**

- а) разделительная, поверхностная, резка копьём;
- б) отделительная, объемная, сквозная;
- в) разрезная, контурная, глубокая.

#### **48. Основные причины, вызывающие возникновение напряжений и деформаций при сварке.**

- а) литейная усадка при кристаллизации металла шва, неравномерный нагрев, изменение объема металла, вызванное структурными превращениями в металле при сварке;
- б) литейная усадка при кристаллизации металла шва, закреплений изделий в приспособлениях, перегрев изделия;
- в) литейная усадка при кристаллизации металла шва, неравномерный нагрев, завышенная величина тока в дуге.

#### **49. Методы уменьшения напряжений и деформаций в сварных конструкциях на стадии проектирования.**

- а) применение минимального количества швов, как по сечению так и по длине изделия; предусматривать максимальные размеры катетов угловых швов;
- б) применение минимального количества швов, как по сечению так и по длине изделия; располагать сварные швы симметрично, не допускать скопления швов на локальных участках изделия;
- в) применение минимального количества швов, как по сечению так и по длине изделия; располагать сварные швы симметрично, не допускать скопления швов на локальных участках изделия, предусматривать минимальные размеры катетов угловых швов.

#### **50. Методы уменьшения напряжений и деформаций в сварных конструкциях на стадии изготовления.**

- а) сборка с учетом компенсации предполагаемых деформаций, использование способов сварки, обеспечивающих максимальную концентрацию тепла, использование режимов сварки с минимальным тепловложением или многопроходной сварки, применение рациональной последовательности выполнения швов (сначала стыковые швы, затем угловые, сначала поперечные швы, затем продольные, параллельные швы сваривать в противоположном направлении);
- б) сборка с учетом компенсации предполагаемых деформаций, использование способов сварки с минимальной концентрацией тепла и максимальным тепловложением или сварки за один проход, применение рациональной последовательности выполнения швов;
- в) сборка с учетом компенсации предполагаемых деформаций, использование

способов сварки с максимальной концентрацией тепла и максимальным тепловложением сварки за один проход, применение рациональной последовательности выполнения швов.

#### **51 Дефекты геометрической формы шва.**

а) трещины, поры, ослабление или чрезмерное усиление шва, грубая чешуйчатость и неравномерность ширины шва, непровары, подрезы, наплывы;

б) трещины, шлаковые включения, ослабление или чрезмерное усиление шва, грубая чешуйчатость и неравномерность ширины шва, непровары, подрезы, наплывы;

в) ослабление или чрезмерное усиление шва, грубая чешуйчатость и неравномерность ширины шва, непровары, подрезы, наплывы, провисание корня шва, прожоги, кратеры.

#### **52. Дефекты металлургического, гидродинамического и термомодеформационного происхождения.**

а) горячие трещины, холодные трещины, поры, шлаковые включения, свищи;

б) горячие трещины, холодные трещины, поры, непровары, подрезы, наплывы;

в) горячие трещины, холодные трещины, поры, кратеры, прожоги.

### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Физическая сущность получения сварного соединения и классификация способов сварки.

2. Дуговая сварка. Сущность процесса. Виды сварки. Электрические и тепловые свойства дуги. Статическая характеристика дуги.

3. Источники сварочного тока, требования к источникам тока и их внешние характеристики. Источники постоянного тока, переменного, их преимущества и недостатки.

4. Ручная дуговая сварка покрытыми электродами. Схема процесса. Электроды, назначение и состав покрытий. Классификация электродов.

5. Автоматическая сварка под флюсом. Сущность процесса. Особенности автоматической сварки по сравнению с РДС.

6. Сварка в атмосфере защитных газов. Сущность процесса и его разновидности: сварка плавящимся электродом и неплавящимся. Ручная, полуавтоматическая и автоматическая сварка.

7. Сварка в среде углекислого газа и смесях газов. Особенности металлургического процесса. Преимущества и недостатки.

8. Особенности сварки в среде  $\text{CO}_2$  и смесей  $\text{Ar} + \text{CO}_2$ .

9. Сварка и обработка материалов плазменной струей. Сущность и схема процесса. Получение плазменной струи. Сущность и схема процесса. Преимущества и недостатки. Типы плазменной струи: выделенная из дуги и совмещенная со столбом дуги.

10. Классификация электродов и их обозначение.

11. Плавящиеся и неплавящиеся электроды. Марки электродов для сварки углеродистых сталей. Область применения.

12.Сварочные материалы: проволоки, электроды, прутки, порошковая проволока, неплавящиеся электроды.

13.Термическая резка: кислородная, плазменная, воздушно-дуговая, лазерная. Условия осуществления кислородной резки.

14.Устройство резаков кислородной резки. Режимы резки. Область применения кислородной и плазменной резки.

15.Электрическая контактная сварка. Сущность процесса. Способы контактной электрической сварки: циклограммы процессов точечной сварки.

16.Принципиальное устройство контактных сварочных машин. Сущность и схема процесса конденсаторной сварки. Режимы сварки углеродистых сталей и алюминиевых сплавов.

17.Газовая сварка. Сущность. Область применения. Строение пламени, способы сварки.

18.Аппаратура и оборудование для газовой сварки.

19.Сварка алюминия и его сплавов. Особенности, способы.

20.Пайка металлов. Сущность и схема процесса. Пайка твердыми и мягкими припоями.

21.Дефекты сварных соединений. Способы контроля качества сварных соединений (магнитный контроль, рентгеновский, ультразвуковой).

### **7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

1. Оценка «не зачтено» ставится в случае, если студент ответил правильно менее чем на 70% заданных вопросов.

2. Оценка «зачтено» ставится, если студент ответил правильно на 70-100% заданных вопросов.

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

---

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
-------	--	--------------------------------	----------------------------------

1	Физическая и технологическая сущность процесса сварки и резки металлов. Классификация способов сварки.	(ПК-4)	Тестирование (Т) Зачет
2	Физические процессы в эл. дуге. Основные способы электродуговой сварки.	(ПК-4)	Тестирование (Т) Зачет
3	Формирование и кристаллизация металла шва. Металлургические	(ПК-4)	Тестирование (Т) Зачет

	процессы при дуговой сварке сталей.		
4	Напряжения и деформации при сварке. Дефекты сварных соединений.	(ПК-4)	Тестирование (Т) Зачет
5	Контроль качества сварных соединений. Свариваемость металлов и сплавов.	(ПК-4)	Тестирование (Т) Зачет
6			
	Оборудование для дуговой и газовой сварки и резки.	(ПК-4)	Тестирование (Т) Зачет
	Сварочные материалы Классификация сварных швов и соединений.	(ПК-4)	Тестирование (Т) Зачет
	Технология сварки. Техника безопасности и пожарная безопасность при производстве сварочных работ.	(ПК-4)	Тестирование (Т) Зачет

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**



## **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1.Азаров Н.А. Производство сварных конструкций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Азаров Н.А.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2010.— 141 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34703>.— ЭБС «IPRbooks»

2.Орлов,А.С. Контроль качества сварки в строительстве: учеб. пособие / Воронеж. гос. архитектур.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2011 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии изд-ва учеб. лит. и учеб.-метод. пособий ВГАСУ, 2011). - 57 с. : ил. - ISBN 978-5-89040-343-8 : 12-79. 254 экз. 5. с.

3. Орлов, Александр Семенович.Разработка технологии сборки и сварки элемента металлической конструкции [Текст] : учебно-методическое пособие к выполнению вариативного раздела квалификационной работы бакалавра и дипломного проекта специалиста направления "Строительство" / Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2015 (Воронеж : Отдел

оперативной полиграфии учеб. лит. и учеб.-метод. пособий ВГАСУ, 2015). - 50 с. : ил. - Библиогр.: с. 42 (14 назв.). - ISBN 978-5-89040-538-8 : 30-13. 74 экз

4. Сварочные цеха и технология изготовления сварных строительных конструкций [Текст] : метод. указания по выполнению курсового проекта для студ. 4, 5 курса спец. 290300 "Промышл. и гражд. стр-во" (специализация "Сварка в стр-ве") / Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т ; Сост.: В. А. Биржев, А. С. Орлов, А. С. Померанцев. - Воронеж : [б. и.], 2005 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2005). - 36 с. : ил. - 5-00.

5. Болдырев, Александр Михайлович. Сварка в строительстве: технология сварочных работ и оборудование [Текст] : курс лекций : учеб. пособие / Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2009.

6. СТО-ГК «Транстрой-012-2007» Стандарт организации. Стальные конструкции мостов. Технология монтажной сварки. Москва, 2007 г.

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

1. Информационно-справочные системы СтройКонсультант, NormaCS.
2. Компьютерная система контроля знаний Weldman.

Для работы в сети рекомендуется использовать сайты:

- <http://www.autowelding.ru/> (профессиональный портал «Сварка. Резка. Металлообработка»)
- <http://zvar.narod.ru/> (Сварка: оборудование и технологии)
- <http://svarka01.ru/> (СВАРКА 01)

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

При проведении лекционных занятий по дисциплине используется аудитория, оснащенная презентационным оборудованием (компьютер с ОС Windows и программой PowerPoint или Adobe Reader, мультимедийный проектор и экран) (компьютерный класс, ауд. 2304а)

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория сварки (ауд.2102, 2103), укомплектованная сварочным и вспомогательным оборудованием в соответствии с тематикой лабораторных работ.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Сварка в мостостроении» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета металлических конструкций. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.