



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

Л.Б. Леонтьев

(подпись)

«29» 06 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
сварочного производства

А.В. Гридасов

(подпись)

«29» 06 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Технологические особенности сварки специальных сталей и сплавов

**Направление подготовки 15.04.01 Машиностроение**

магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства»

**Форма подготовки очная**

Курс 1, семестр 2

Лекции - 18 час.

Практические занятия - 36 час.

Лабораторные работы - 0 час.

в том числе с использованием МАО лек. 2 /пр. 10 /лаб. \_\_\_\_\_ час.

всего часов аудиторной нагрузки 54 час.

в том числе с использованием МАО 12 час.

самостоятельная работа 126 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36 час.

курсовая работа 2 семестр

экзамен 2 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, 07.07.2015

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры сварочного производства протокол № 15 от «29» июня 2017г.

Заведующий кафедрой сварочного производства А.В. Гридасов

Составитель доцент Н.А. Максимец

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(и.о. фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(и.о. фамилия)

**Аннотация**  
**к рабочей программе учебной дисциплины**  
**«Технологические особенности сварки специальных сталей и сплавов»**

Рабочая программа учебной дисциплины «Технологические особенности сварки специальных сталей и сплавов» входит в блок 1 «Дисциплины (модули)» (вариативная часть, обязательные дисциплины) учебного плана ООП направления 15.04.01 Машиностроение, профиль «Оборудование и технология сварочного производства».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часа и включает в себя следующее:

- лекционные занятия 18 час., в том числе по МАО 2 час.;
- практические занятия 36 час., в том числе по МАО 10 час.;
- лабораторные работы не предусмотрены учебным планом;
- самостоятельная работа студентов 126 час., в том числе на подготовку к экзамену 36 час.

Изучение дисциплины основывается на ряде общетехнических курсов: "Физика", "Материаловедение", Технология конструкционных материалов, "Электротехника и промэлектроника" и др., а также на специальных дисциплинах: "Теория сварочных процессов" и др. в соответствии с ОПП бакалавров направления 15.03.01 «Машиностроение»

**Особенности построения и содержания курса**

Курс «Технологические особенности сварки специальных сталей и сплавов» предназначен для предоставления студентам знаний о методах проектирования технологических процессов сварки таких конструкций как: фермы; сосуды, работающие под давлением; судовые сварные конструкции и др. изготавливаемых из специальных сталей и сплавов и применяемых в области машиностроения, судостроения, приборостроения и др., влияющих на экономическое развитие страны и продвижение науки.

Содержание дисциплины охватывает следующий круг вопросов:

- существующие технологии сварки плавлением низколегированных, среднелегированных и высоколегированных сталей;
- существующие технологии сварки плавлением разнородных сталей как одного, так и разных структурных классов;
- существующие технологии сварки плавлением конструкционных цветных металлов и их сплавов: алюминия, магния, титана, меди и др.;
- решения задач расчета параметров режима сварки и выбора сварочных материалов, обеспечивающих получение равнопрочных сварных соединений.

## Цель

Основная цель дисциплины «Технологические особенности сварки специальных сталей и сплавов» - познакомить студентов с технологическими особенностями сварки, расчетными методами обоснования выбора сварочных материалов, режимов сварки и термической обработки при выполнении сварных соединений из спецсталей и сплавов. Дисциплина призвана сформировать у студентов научный подход к разработке технологии сварки спецсталей и сплавов.

## Задачи:

1. Ознакомить студентов с основными положениями свариваемости легированных сталей и цветных металлов, и сплавов;
2. Обучить студентов применять расчёты при выборе режимов сварки, сварочных материалов;
3. Ознакомить студентов с методами обеспечения качества сварных конструкций из легированных сталей и цветных металлов, и сплавов.

Для успешного изучения дисциплины «Технологические особенности сварки специальных сталей и сплавов» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- ОПК-5 - способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;
- ПК-11 - способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий;
- ПК-13 - способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование;
- ПК-14 - способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1 способность разрабатывать технические задания на проек-	Знает	углубленные сведения о структурных и фазовых превращениях при сварке легированных сталей и сплавов, об особенностях введения различных легирую-

тирование и изготовление машин, приводов, оборудования, систем и нестандартного оборудования, и средств технологического оснащения, выбирать оборудование и технологическую оснастку		щих элементов в сварной шов при сварке плавлением;
	Умеет	правильно классифицировать и использовать в нужном направлении различные структурные классы и марки легированных сталей; находить и использовать справочные литературные данные и компьютерные баз данных по составу, структуре и свойствам основных структурных классов свариваемых сталей и сплавов;
	Владеет	методиками определения основных прочностных характеристик сварных швов и их оценки с точки зрения равнопрочности с основным металлом; основными технологическими приемами сварки легированных сталей и сплавов с целью формирования заданных эксплуатационных характеристик неразъёмных соединений
ПК-2 способность выбрать способ сварки; разрабатывать нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии в машиностроении	Знает	технологии сварки специальных сталей, работающих при высоких и низких температурах, в условиях нейтронного облучения, коррозии, ударно-усталостного нагружения и других экспериментальных условиях;
	Умеет	находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты, и решать задачи по особенностям технологических приемов сварки конструкционных материалов, расчетов их параметров и оценке эффективности
	Владеет	с учетом конструктивных особенностей сварного изделия и условий его эксплуатации выбрать наиболее экономически целесообразный способ сварки, сварочные материалы, технологические режимы и оборудование, термическую обработку сварных соединений (при необходимости)

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Технологические особенности сварки специальных сталей и сплавов» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения:

- Проблемная лекция
- Лекция-визуализация
- Метод проектов
- Case-study (анализ конкретных ситуаций, ситуационный анализ);
- Групповое обсуждение.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Раздел I. Технологические особенности сварки специальных сталей (12 час., в том числе по МАО 2 час. - Лекция-визуализация)**

#### **Тема 1. Структура и свойства специальных сталей (2 час.).**

Классификация специальных сталей, состав, свойства и область применения. Свариваемость и влияние на нее легирующих элементов. Влияние некоторых элементов на коррозионную стойкость сталей и сварных соединений. Сварка низколегированных перлитных и микролегированных высокопрочных сталей.

#### **Тема 2. Сварка низколегированных бейнитно-мартенситных и среднелегированных мартенситно-бейнитных сталей (2 час.).**

Состав и свойства сталей. Свариваемость сталей: фазовые и структурные изменения при сварке; сопротивляемость сварных соединений образованию горячих и холодных трещин; выбор тепловых режимов сварки. Технология сварки и свойства соединений: сварка покрытыми электродами; сварка под флюсом; сварка в защитных газах; электрошлаковая сварка. Современные высокопроизводительные способы сварки плавящимся электродом в защитных газах.

#### **Тема 3. Сварка жаропрочных перлитных сталей (2 час.)**

Состав и свойства сталей: основные марки и применение; химический состав, термообработка и структура. Свариваемость сталей: сопротивляемость холодным трещинам; разупрочнение в зоне термического влияния; изменение свойств в зоне сплавления при эксплуатации. Технология сварки и свойства соединений: сварка покрытыми электродами; сварка под флюсом; сварка в защитных газах; электроконтактная сварка.

#### **Тема 4. Сварка мартенситных, мартенситно-ферритных и ферритных высоколегированных сталей (2 час.).**

Состав и свойства сталей: основные марки и назначение; структура сталей, легированных хромом; механические свойства. Свариваемость сталей: сопротивляемость холодным трещинам и хрупкому разрушению; выбор теплового режима сварки. Технология сварки и свойства соединений: способы сварки и сварочные материалы; термическая обработка; механические и служебные свойства соединений.

#### **Тема 5. Сварка аустенитных жаропрочных и коррозионностойких высоколегированных сталей (2 час.).**

Состав, структура и назначение сталей. Свариваемость сталей: структура, свойства металла шва и зоны термического влияния; трещины в сварных соединениях; хрупкие разрушения при эксплуатации. Технология сварки и свойства со-

единений: выбор сварочных материалов, режимов сварки, выбор послесварочной термообработки, жаропрочность и коррозионная стойкость.

### **Тема 6. Сварка аустенитно-ферритных, аустенитно-мартенситных и мартенситно-старееющих высоколегированных сталей. (2 час.)**

Состав, структура и назначение сталей. Свариваемость сталей: структура, свойства металла шва и зоны термического влияния; трещины в сварных соединениях; хрупкость сварных соединений. Технология сварки и свойства соединений: выбор сварочных материалов, режимов сварки; выбор послесварочной термообработки; жаропрочность и коррозионная стойкость; служебные свойства сварных соединений.

## **Раздел II. Технологические особенности сварки цветных металлов и сплавов (6 час.)**

### **Тема 1. Сварка алюминия, магния и их сплавов (2 час.)**

Общая характеристика, классификация и области применения. Свариваемость сплавов на основе алюминия и магния: дефекты в сварном соединении; сопротивляемость горячим трещинам; оксидные пленки; газовая пористость; вольфрамовые включения. Технология сварки и свойства сварных соединений: особенности технологии сварки; механические свойства и коррозионная стойкость сварных соединений.

### **Тема 2. Сварка титана и его сплавов (2 час.)**

Основные марки сплавов титана и их свариваемость. Характерные особенности и сложности при сварке титановых сплавов. Сварка титана в среде инертных газов, автоматическая сварка под флюсом, ЭШС и ЭЛС.

### **Тема 3. Сварка меди и ее сплавов (2 час.)**

Физико-химические свойства меди. Основные марки, структура и механические свойства сплавов меди. Свариваемость меди и ее сплавов: особенности свариваемости; сопротивляемость горячим трещинам; склонность к порообразованию. Технология сварки и свойства сварных соединений: подготовка под сварку; газовая, ручная, автоматическая под флюсом, дуговая сварка в защитных газах, ЭШС и ЭЛС. Особенности технологии сварки сплавов на основе меди

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (36 час., в том числе по МАО 10 час.)**

#### **Занятие 1. Сварка низколегированных перлитных и микролегированных сталей. (4 час., в том числе по МАО 1 час.)**

1. Свариваемость и влияние на нее легирующих элементов. Влияние некоторых элементов на коррозионную стойкость сталей и сварных соединений

2. Расчет параметров режима сварки стыковых и угловых швов

3. Выбор сварочных материалов и расчет химсостава металла шва
4. Определение механических характеристик металла шва и сравнение их с характеристиками основного металла

**Занятие 2. Сварка низколегированных бейнитно-мартенситных и среднелегированных мартенситно-бейнитных сталей (4 час., в том числе по МАО 1 час.)**

1. Выбор сварочных материалов и расчет химсостава металла шва
2. Определение механических характеристик металла шва и сравнение их с характеристиками основного металла
3. Определение длины ступени при сварке закаливающихся сталей

**Занятие 3. Сварка жаропрочных перлитных сталей (4 час., в том числе по МАО 1 час.)**

1. Выбор сварочных материалов и расчет химсостава металла шва
2. Определение механических характеристик металла шва и сравнение их с характеристиками основного металла
3. Определение необходимой температуры предварительного подогрева металла сварного соединения

**Занятие 4. Сварка мартенситных, мартенситно-ферритных и ферритных высоколегированных сталей (4 час., в том числе по МАО 1 час.)**

1. Выбор сварочных материалов и расчет химсостава металла шва
2. Определение механических характеристик металла шва и сравнение их с характеристиками основного металла
3. Определение необходимой температуры предварительного подогрева металла сварного соединения
4. Оценка свариваемости заданной марки среднелегированной стали

**Занятие 5. Сварка аустенитных жаропрочных и коррозионностойких высоколегированных сталей (4 час., в том числе по МАО 2 час.)**

1. Выбор сварочных материалов и расчет химсостава металла шва
2. Расчет хром и никель эквивалента и определение структуры металла по диаграмме Шеффлера
3. Оценка свариваемости заданной марки высоколегированной стали
4. Расчет режимов сварки, обеспечивающих отсутствие склонности сварных соединений к межкристаллитной коррозии

**Занятие 6. Сварка аустенитно-ферритных, аустенитно-мартенситных и мартенситно-стареющих высоколегированных сталей. (2 час., в том числе по МАО 1 час.)**

1. Выбор сварочных материалов при сварке разнородных сталей и расчет химсостава металла шва



2. Определение структуры корневого шва и валиков шва, прилегающих к перлитной и аустенитной стали
3. Образование и рост диффузионных прослоек при сварке разнородных сталей

**Занятие 7. Сварка алюминия, магния и их сплавов (4 час., в том числе по МАО 1 час.)**

1. Выбор способа и режимов сварки алюминиевых сплавов
2. Выбор способа и режимов сварки магниевых сплавов

**Занятие 8. Сварка титана и его сплавов (4 час., в том числе по МАО 1 час.)**

1. Выбор способа и режимов сварки  $\alpha$ -титановых сплавов
2. Выбор способа и режимов сварки  $\beta$ -титановых сплавов

**Занятие 9. Сварка меди и ее сплавов (4 час., в том числе по МАО 1 час.)**

1. Выбор способа и режимов сварки меди
2. Выбор способа и режимов сварки латуней
3. Выбор способа и режимов сварки бронз.
4. Выбор способа и режимов сварки медно-никелевых сплавов

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Технологические особенности сварки специальных сталей и сплавов» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
				текущий контроль УО – устный опрос; ПР – практические задания, ПР- 1(1,2,3) - тесты	промежуточная аттестация Номера вопросов к экзамену
1	Раздел I темы 1-3	ПК-1	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(1)	1, 2, 3, 7, 8, 11, 18, 21
			умеет	ПР-1(1), ПР-5	9, 10,
			владеет	ПР-1(1), ПР-5	5, 6, 16
2	Раздел I темы 1-3	ПК-2	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(1)	27, 29, 30, 32, 33, 34
			умеет	ПР-1(1), ПР-5	17, 25
			владеет	ПР-1(1), ПР-5)	26, 36
3	Раздел I темы 4-6	ПК-1	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(2)	12, 14, 28,
			умеет	ПР-1(2), ПР-5	13, 15, 46, 47
			владеет	ПР-7, ПР-1(2)	16, 40, 44,
4	Раздел I темы 4-6	ПК-2	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(2)	20, 22, 31, 35, 37
			умеет	ПР-7, ПР-1(2), ПР-5	23, 38, 39,
			владеет	ПР-7, ПР-1(2), ПР-5	24, 26, 36,
5	Раздел II темы 1-3	ПК-1	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(2)	55, 56
			умеет	ПР-7, ПР-1(2), ПР-5	56, 58
			владеет	ПР-7, ПР-1(2), ПР-5	56, 57, 58
6	Раздел II темы 1-3	ПК-2	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(3)	55, 56
			умеет	ПР-7, ПР-1(3)	56, 58
			владеет	ПР-7, ПР-1(3)	56, 57, 58

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

#### V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Основная литература

*(электронные и печатные издания)*

1. Коротков В.А. Сварка специальных сталей и сплавов [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Коротков В.А.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 31 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20698> .— ЭБС «IPRbooks»

2. Смирнов И.В. Сварка специальных сталей и сплавов: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 272 с. <http://e.lanbook.com/view/book/2771/> Доступно с любого компьютера ДВФУ

3. Максимец Н.А., Негода Е.Н. Технология сварки специальных сталей. Учебное пособие. Владивосток, изд-во ДВГТУ, 2008. – 156 с. (18 экз.) <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:384564&theme=FEFU>

4. Дедюх Р.И. Технология сварки плавлением. Часть II [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дедюх Р.И.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2015.— 170 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34726> .— ЭБС «IPRbooks»

5. Щекин В.А. Технологические основы сварки плавлением: учебное пособие. /В.А. Щекин. – Изд. 2-е, перераб. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. - 345 с. – (Высшее образование) (24 экз.) <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:381607&theme=FEFU>

### **Дополнительная литература**

*(печатные и электронные издания)*

1. Акулов А.И. и др. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для вузов. М.: Машиностроение, 1977.- 432 с/ <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:393055&theme=FEFU>

2. Руссо В.Л. Дуговая сварка в инертных газах. Л.: Судостроение, 1984. -129 с. (10 экз.) <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:742084&theme=FEFU>

3. Гуревич С.М. Справочник по сварке цветных металлов. - Киев.: Наукова думка, 1981. 607 с. (14 экз.) <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:414990&theme=FEFU>

### **• Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

- <http://websvarka.ru>
- <http://www.svarka.com>
- <http://autoweld.ru/statyai.php>
- <http://www.shtorm-its.ru>
- <http://www.osvarke.com>
- <http://www.autowelding.ru>
- <http://www.drevniymir.ru>
- <http://www.weldportal.ru>
- <http://www.esab.ru>
- <http://www.spetsselektrode.ru>

## **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

Microsoft Office Professional Plus – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.) – номер лицензии Standard Enrollment 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18.

Электронный учебный курс в интегрированной платформе электронного обучения Blackboard ДВФУ. Идентификатор курса:

[FU50218-15.04.01-TOSSiS-03: Технологические особенности сварки спецсталей и сплавов](#)

Инструктор: Максимец Н;

### **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

6.1. Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины, приведены в разделе II и Приложении 1.

6.2. Алгоритм изучения дисциплины

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПУД.

Лекции имеют целью дать систематизированные основы научных знаний по основам технологии сварки конструкций из специальных сталей и сплавов. При изучении и проработке теоретического материала для студентов очной формы обучения необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы; - при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПУД литературные источники и ЭОР.

- ответить на контрольные вопросы, по теме представленные в Конспекте лекций УМК.

- при подготовке к текущему контролю использовать материалы ФОС (Приложение 2. Текущий контроль успеваемости студентов).

- при подготовке к промежуточной аттестации, использовать материалы ФОС (Приложение 2. Вопросы для проведения промежуточной аттестации).

Практические занятия проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над нормативными документами, учебной и научной литературой. При подготовке к практическому занятию для студентов очной формы обучения необходимо:

- изучить, повторить теоретический материал по заданной теме;

- изучить материалы практикума по заданной теме, уделяя особое внимание расчетным формулам;

- при выполнении домашних расчетных заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории.

### 6.3. Рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса .

УМК включает в себя следующее:

#### 1. Рабочую программу учебной дисциплины – РПУД, в которую входят:

Приложение 1 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся;

Приложение 2 Фонд оценочных средств (ФОС)

ФОСы дисциплины – предназначены для оценивания результативности и качества учебного процесса, образовательных программ, степени их адекватности условиям будущей профессиональной деятельности.

ФОС текущего контроля используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) студентов. В условиях рейтинговой системы контроля результаты текущего оценивания студента используются как показатель его текущего рейтинга.

ФОС промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине предназначен для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения дисциплины в установленной учебным планом форме.

В УМК включены следующие методические материалы на правах рукописи:

- Конспект лекций;
- Методические рекомендации к практическим занятиям.

Следует также учитывать, что конспект лекций отражает лишь основные моменты по изучаемой теме и без проработки учебной литературы не может дать требуемый объем знаний. Особое внимание следует уделить приводимым практическим работам и соответствующим комментариям, изложенным в учебно-методических указаниях.

### 6.4. Рекомендации по работе с литературой

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на практических занятиях, к тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала – изучение рекомендованных источников и литературы по тематике лекций. Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, предложенных преподавателем схем (при их демонстрации), основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект должен быть выполнен в отдельной тетради по предмету. Он должен быть

аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки. Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны быть выполнены также аккуратно, содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом. В процессе работы с учебной и научной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы).

Необходимо отметить, что работа с литературой не только полезна как средство более глубокого изучения любой дисциплины, но и является неотъемлемой частью профессиональной деятельности будущего выпускника.

#### 6.5. Пояснения по работе с электронным учебным курсом

Для работы с электронным учебным курсом дисциплины студенту необходимо:

- иметь личные учетные данные в сервисе идентификации ДВФУ (выдаются каждому студенту при зачислении);
- обратиться к преподавателю, ведущему дисциплину, с целью регистрации в электронном учебном курсе

### **Методические указания по темам 1, 2 раздела I**

При изучении тем следует уяснить, по каким признакам металлические материалы относят к специальным. Необходимо четко представлять технико-экономическую сторону применения указанных сталей и сплавов в сварных конструкциях, знать перспективы их выпуска в России и за рубежом. При изучении состава и свойств специальных сталей и сплавов обратить внимание на влияние легирующих элементов, степень легированности [1, 2, 3].

#### **Вопросы для самопроверки**

1) Какие стали относятся к легированным, теплоустойчивым, жаропрочным, жаростойким, хладостойким, коррозионно-стойким. Приведите пример марок сталей, относящихся к указанным группам.

- 2) В результате чего металлические материалы приобретают специальные свойства?
- 3) Назовите причину изменения свойств в зоне термического влияния сварных соединений.
- 4) Перспектива производства специальных сталей и сплавов.
- 5) Укажите области применения специальных сталей и сплавов.

### **Методические указания по теме 3 раздела I**

При изучении этой темы студент должен, прежде всего, обратить внимание на влияние легирующих элементов на структуру и свойства стали, а также их влияние на образование горячих и холодных трещин. Знание причин и степени воздействия легирующих элементов на металл шва и зоны термического влияния позволит обоснованно подойти к выбору сварочных материалов, режимов сварки и термической обработки [1, 2, 3].

#### **Вопросы для самопроверки**

- 1) Охарактеризуйте свариваемость теплоустойчивых перлитных сталей.
- 2) Приведите общие положения сварки теплоустойчивых сталей перлитного, мартенситного, аустенитного классов.
- 3) Назовите основные трудности при сварке аустенитных жаростойких сталей.
- 4) Какие стали относятся к классу жаростойких и особенности их сварки?
- 5) Основные дефекты, возникающие при сварке жаростойких сталей и способы их предупреждения.
- 6) Как влияет химический состав металла на жаростойкость?
- 7) Охарактеризуйте подход к выбору режимов сварки и сварочных материалов для сварки жаростойких сталей.
- 8) Причины возникновения и меры борьбы с возникающими дефектами при сварке никелевых сплавов.
- 9) Особенности сварки никелевых сплавов.
- 10) Охарактеризуйте особенности сварки стали аустенитно-мартенситного класса.
- 11) Основные положения сварки мартенситно-ферритных сталей.
- 12) Особенности термической обработки сварных конструкций из теплоустойчивых сталей.

### **Методические указания по темам 4, 5, 6 раздела I**

При изучении этих тем, прежде всего, необходимо обратить внимание на структуру свариваемой стали. Например, сварные соединения из мартенситных сталей склонны к холодным трещинам. Трещины образуются как в ЗТВ, так и в металле шва. Поэтому при выборе сварочных материалов необходимо исходить из предпосылок предупреждения образования указанных дефектов. Напротив,

сварные швы на аустенитных сталях склонны к кристаллизационным (горячим) трещинам. Поэтому и способы борьбы с этими дефектами иные, чем при сварке закаливающихся сталей.

Следует также обратить внимание на причины повышенной склонности аустенитных сталей к горячим трещинам и способы предотвращения их, возможность локального разрушения сварных соединений аустенитных сталей в процессе эксплуатации, принцип выбора сварочных материалов, режимов сварки и термической обработки, обеспечивающих наиболее высокие характеристики работоспособности сварных конструкций.

Коррозионно-стойкие стали и сплавы имеют большой удельный вес в общем объеме производимых промышленностью легированных металлических материалов.

Студенты должны усвоить основные положения коррозионного поведения материалов, особенности коррозионного разрушения сварных соединений в электролитах, под напряжением, сущность и различие химической и электрохимической коррозии. Необходимо помнить, что воздействие термического цикла при сварке вносит свои особенности в механизм коррозионного разрушения – вызывает неблагоприятные измерения и неоднородность свойств металла в ЗТВ.

Студенту необходимо знать классификацию видов коррозионных разрушений сварных соединений (общая коррозия, ножевая, межкристаллитная, сосредоточенная в различных зонах и др.).

Особое внимание необходимо уделить вопросу влияние химических элементов на коррозионное поведение сварных соединений. Знать существующие теории снижения коррозионной стойкости сварных швов (например, теория обеднения карбидных выделений и др.).

При рассмотрении вопроса свариваемости сталей необходимо исходить из того, к какому структурному классу относятся эти стали. Это даст возможность правильно выбрать технологию сварки и сварочных материалов [1, 2, 3].

### **Вопросы для самопроверки**

1) Приведите примеры марок сталей, аустенитного, мартенситного и ферритного классов, используемых для сварки конструкций, работающих в коррозионных средах.

2) Каковы особенности сварки сталей ферритного класса типа 08X17T?

3) Каким видам коррозии подвергаются сварные конструкции при производстве химических продуктов?

4) Каков принцип выбора сварочных материалов и способов сварки при сварке коррозионно-стойких сталей?



## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Мультимедийная аудитория. Персональные компьютеры с доступом в сеть Интернет.

690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е825 – учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и практик	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 15) Мультимедийная аудитория: Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS). 15 моноблоков Lenovo Extreme DOUE 8500/500 GB/DVD+RW
---	---



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Технологические особенности сварки специальных сталей и  
сплавов»**

**Направление подготовки 15.04.01 «Машиностроение»**

**магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства»**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2017**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	2 – 17 неделя семестра	Освоение теоретического учебного материала. Подготовка к практическим занятиям	<b>18</b>	Тесты. Контрольные работы (три)
2	2 – 17 неделя семестра	Выполнение индивидуального задания (курсовая работа)	<b>72</b>	Проверка результатов выполнения индивидуального задания
3	экзаменационная сессия	Подготовка к экзамену, сдача его (в период экзаменационной сессии)	<b>36</b>	Экзамен
Итого			<b>126</b>	

### Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

#### Курсовая работа

##### Методические указания

Курсовая работа по данной дисциплине состоит из перечня вопросов по изучаемым темам и задачи. Номера вопросов и задач курсовой работы определяют из табл. 1 по двум последним цифрам шифра зачетной книжки. Место ячейки в таблице устанавливается по предпоследней цифре номера зачетной книжки, по вертикали – по последней цифре. Если, например, это 13, вы даёте ответы на вопросы (нумерация сквозная) 21, 8, 46, 2-25.

В теме под обозначением 2-25 расчеты ведёте по табл. 2, а в ней 25 – порядковый номер задания.

Ответы на вопросы должны содержать исчерпывающую информацию с использованием сведений о новейших достижениях в этой области отечественных и зарубежных ученых, производителей. Описательную часть ответа, при необходимости, можно иллюстрировать примерами, схемами и др.

В конце работы следует привести список использованной литературы, на которую должны быть ссылки в тексте.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. Опишите признаки, по которым стали и сплавы относят к разряду специальных. Приведите примеры.
2. Технологические особенности сварки теплоустойчивых сталей.
3. Охарактеризуйте свариваемость теплоустойчивых сталей.
4. Влияние легирующих элементов на теплоустойчивость стали.
5. Влияние хрома, молибдена и ванадия на теплостойкость перлитных сталей.
6. Какие стали относятся к жаропрочным? Приведите примеры.
7. Тепловая свариваемость теплоустойчивых сталей.
8. Обеспечение жаропрочности металла сварных швов.
9. Принципы выбора сварочных материалов для сварки теплоустойчивых сталей.
10. Трудности при сварке жаропрочных сталей мартенситного класса.
11. Особенности технологии сварки жаропрочных сталей мартенситно-ферритного класса.
12. Принцип легирования теплоустойчивых сталей и выбор сварочных материалов.
13. Основные положения сварки мартенситно-ферритных сталей.
14. Причины образования дефектов при сварке высокохромистых жаропрочных сталей и способы их предотвращения.
15. Основные положения сварки теплоустойчивых сталей перлитного класса.
16. Особенности сварки сталей аустенитно-мартенситного класса.
17. Перспектива применения сталей аустенитно-мартенситного класса.
18. Принцип легирования сварочных материалов, предназначенных для сварки сталей аустенитно-мартенситного класса.
19. Какие стали относятся к жаростойким? Влияние легирующих элементов на жаростойкость.
20. Технологические особенности сварки жаростойких сталей и сплавов.
21. Основные виды дефектов, возникающие при сварке жаростойких сталей и способы их предупреждения.
22. Принцип выбора сварочных материалов для сварки окалиностойких сталей.
23. 24. Принцип разработки технологии сварки никелевых жаропрочных сплавов.
25. Причины возникновения и способы борьбы с дефектами при сварке никелевых сплавов.
26. Приемы предотвращения холодных трещин при сварке сталей мартенситного и мартенситно-ферритного классов.

27. Схема легирования окалиностойких сталей, влияние химического состава на окалиностойкость. Выбор сварочных материалов для указанных сталей.

28. Выбор режимов при сварке жаропрочных сталей аустенитного мартенситно-ферритного классов.

29. Причины возникновения холодных трещин при сварке мартенситно-ферритных сталей и способы борьбы с ними.

30. Трудности при сварке стали 06X16H9M2. Принцип выбора сварочных материалов и режимов сварки.

31. Области применения специальных сталей и сплавов.

32. Механизм образования горячих трещин при сварке высоколегированных окалиностойких сталей.

33. Влияние скорости охлаждения на структуру и механические свойства сварных соединений жаропрочных сталей.

34. Способы предотвращения горячих трещин при сварке жаростойких сталей.

35. Ножевая коррозия. Причины возникновения и способы предотвращения.

36. Коррозия при сварке гетерогенных сталей: особенности, причины возникновения и способы предупреждения.

37. Опишите роль границ, зерен, кристаллов при коррозионном разрушении сталей.

38. Коррозия в сварных соединениях гомогенных сталей – особенности, причины возникновения и способы предотвращения.

39. Опишите металлургические способы борьбы с коррозионным разрушением сварочных соединений.

40. Влияние хрома на коррозионную стойкость сталей.

41. Роль ферритной фазы и предотвращение склонности сварных соединений к МКК.

42. Способы предотвращения диффузии химических элементов к границам зерен.

43. Опишите виды коррозии сварных соединений и причины ее возникновения.

44. Межкристаллитная коррозия – причины возникновения и способы предупреждения.

45. Влияние режимов сварки на коррозионную стойкость сварных соединений.

46. Особенности электрохимической коррозии в сталях (привести схему).

47. Структурная коррозия – причины возникновения и меры предупреждения.

48. Какие виды коррозии возможны при многопроходной сварке гомогенных сталей? Способы повышения стойкости указанных сварных соединений к коррозионным разрушениям.

49. Сталь аустенитная гомогенная: причины потери коррозионной устойчивости в ЗТВ.

50. Дефекты, возникающие в сварных соединениях при сварке гомогенных аустенитных сталей и способы их предупреждения.

51. Какому виду коррозии подвержена ЗТВ, которая нагревалась при сварке выше 700<sup>0</sup>С? Опишите причину потери коррозионной устойчивости. Сталь аустенитная гетерогенная.

52. Дефекты, возникающие в сварных соединениях при сварке гетерогенных аустенитных сталей и способы их предупреждения.

53. Влияние химических элементов на коррозионную стойкость сварных соединений.

54. Трудность сварки коррозионностойких гетерогенных сталей.

55. Технологические особенности сварки коррозионностойких гомогенных сталей.

56. Особенности сварки сталей, применяемых в криогенном машиностроении.

Таблица 1

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра зачетки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1,21, 36 2-11	3, 22, 44 2-3	5, 23, 45 2-5	7,19, 37 2-7	9, 20, 38, 2-9	11, 24,39 2-11	12, 25, 40, 2-13	13, 26, 41, 2-15	14, 3, 42, 2-17	18,34 ,49, 2-31
1	15, 4, 43, 2-19	17, 5, 44 2-21	19, 6, 45 2-23	21, 8, 46 2-25	23, 7, 47 2-27	25, 9, 48 2-29	26, 10, 49, 2-31	27, 8, 50 2-33	29, 9, 51 2-35	7, 26, 48 2-60
2	31,17, 52 2-37	33, 16, 53 2-39	34, 15, 54 2-41	35, 14, 55 2-43	36, 13, 23 2-45	38, 7, 19 2-47	40, 2, 20 2-49	42, 3, 28 2-51	44, 4, 20 2-53	11, 29, 36 2-23
3	25, 5, 45 2-55	46, 6, 21 2-57	47, 7,22 2-59	49, 8,23 2-61	50, 9, 24 2-63	52, 10, 25 2-65	54, 11, 26 2-67	56, 12, 27, 2-69	57, 13, 28, 2-2	13, 35, 45 2-8

4	2, 37, 29 2-4	4, 38, 30 2-70	6, 39, 31 2-68	16, 36, 1	10, 41, 33 2-64	16, 42, 34 2-62	18, 43, 35 2-60	1, 44, 34 2-58	3, 45, 33 2-56	6, 22, 30 2-9
5	5, 46, 32 2-54	7, 47, 31 2-52	9, 48, 30 2-50	10, 49, 29 2-48	11, 50, 28 2-46	12, 51, 27 2-44	13, 52, 26, 2-42	14, 53, 25, 2-40	15, 54, 24, 2-38	7, 23, 31 2-12
6	17, 55,36 2-36	19,56 ,17 2-34	21, 57, 18 2-32	23, 1, 38 2-30	25, 2, 39 2-28	2, 17, 40 2-26	1, 18, 41 2-24	6, 19, 42 2-22	8, 20, 43 2-20	8, 24, 32 2-14
7	10, 21, 57 2-18	12, 22, 56 2-16	14, 23, 55 2-14	16, 36, 1 2-12	18, 37, 2 2-10	20, 35, 3, 2-8	22, 39, 4, 2-6	24, 40, 5, 2-4	25, 41, 6, 2-2	9, 25, 33, 2-3
8	26, 42, 7 2-13	28, 43, 8 2-17	30, 44, 9 2-23	32, 45, 10 2-29	34, 46, 11, 2-33	36, 47, 12 2-11	38, 19, 13 2-37	40, 20, 14, 2-41	42, 21, 15, 2-45	10, 26, 34 2-2
9	44, 22, 18 2-52	46, 23, 17 2-58	48, 24, 16 2-64	50, 25, 15 2-66	52, 26, 14 2-70	53, 27, 13, 2-20	54, 28, 12, 2-22	55, 29, 11, 2-24	56, 30, 10, 2-26	11, 27, 39 2-61

Таблица 2

Но мер за да ния	Марка стали	То лщи на сва ри вае мых дета та лей, мм	Масса свар ной кон струк ции, кг	Мак си маль ная длина свар ного шва, мм	Спо соб сварки	Ре жи м сва рки	При садоч ный мате риал – марка элек трода (про волоки, диа метр), марка флюса и т. д.	Темпе ратура предва рительно го или сопут ствующе го подо грева,	Режим термо обра ботки после сварки
1	15ХМ	5	300	600					
2	15ХМ	30	5 000	1 200					
3	15ХМ	60	12 000	800					
4	20ХМЛ	25	300	100					
5	20ХМФЛ	80	20 000	900					
6	20ХМФЛ	20	5 000	100					
7	12МХ	10	800	400					
8	12МХ	30	1 500	600					
9	12МХ	8	400	800					
10	12Х1МФ	40	6 000	1 000					
11	12Х1МФ	15	1 800	1 200					
12	12Х1МФ	8	1 000	400					
13	15Х1М1Ф	90	13 000	900					
14	15Х1М1Ф	10	200	1 000					
15	15Х1М1Ф	25	4 000	900					
16	15Х1М1ФЛ	60	7 000	150					
17	Х5МФ	30	400	1 000					



18	15X11MФБ	8	600	500				
19	15X11MФБ	50	4 000	1 000				
20	15X11MФБ	20	4 000	200				
21	15X12BMФ	10	800	800				
22	15X12BMФ	30	3 000	700				
23	15X12BMФ	20	1 800	200				
24	1X12B2MФ	30	5 000	1 000				
25	1X12B2MФ	8	500	600				
26	15X11MBФ	20	1 500	1 000				
27	15X11MBФ	10	600	400				
28	06X12H3Д	5	300	300				
29	06X12H3Д	25	2 000	800				
30	06X14H5ДМ	50	5 000	1 000				
31	00X12H3Д	80	15 000	1 500				
32	06X14H5ДМ	5	700	700				
33	00X12H3Д	10	1 500	800				
34	12X17	15	300	250				
35	12X17	5	200	300				
36	15X25T	30	4 000	1 000				
37	10X23HT8	20	800	800				
38	10X23HT8	8	4 000	1 500				
39	XH45Ю	10	300	1 000				
40	X20H14C2	6	800	400				
41	X20H14C2	20	300	600				
42	X25H20C2	30	400	500				
43	X25H20C2	10	150	100				
44	X15H60	14	100	200				

45	X20H80	25	300	300					
46	12X13	30	1 000	800					
47	12X13	8	300	300					
48	20X17H2	30	5 000	1 000					
49	20X17H2	5	300	250					
50	13X14H3B2Φ	20	1 000	800					
51	13X14H3B2Φ	10	800	800					
52	X15H8M2Ю	15	400	400					
53	09X17H7Ю	25	500	100					
54	08X21H6M2T	10	300	100					
55	08X20H14C2	14	500	300					
56	20X23H18	8	300	400					
57	12X18H10T	20	1 500	1 200					
58	10X17H13M2T	10	300	400					
59	X23H28M3Д3T	8	800	1 300					
60	XH65MB	12	150	200					
61	X16H9M2	12	200	300					
62	45X15Г15СЮ	6	300	800					
63	X25H20C2Л	25	500	1 000					
64	45X15Г14Ю	8	200	400					
65	20X20H14C2	12	200	500					
66	45X22H4M3	10	400	300					
67	OH6	18	450	800					
68	10X15H35BT	12	300	800					
69	X15H35BTP	12	500	1 200					
70	OH9	20	400	900					

71	07X21Г7АН5	14	300	300					
72	ХН7ОМВТЮ	8	250	250					

**Требования к представлению и оформлению результатов курсовой работы**

Оформление курсовой работы производится в соответствии с правилами оформления курсовых и выпускных квалификационных работ ДВФУ

**Критерии оценки выполнения курсовой работы** устанавливаются руководителем работы на основании полноты освещения заданных вопросов и решения поставленных задач.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине «Технологические особенности сварки специальных сталей и сплавов»**

**Направление подготовки 15.04.01 «Машиностроение»**  
магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства»

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2017**

**Паспорт**  
**фонда оценочных средств**  
**по дисциплине «Технологические особенности сварки специальных**  
**сталей и сплавов»**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p>ПК-1 способность разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление машин, приводов, оборудования, систем и нестандартного оборудования, и средств технологического оснащения, выбирать оборудование и технологическую оснастку</p>	Знает	углубленные сведения о структурных и фазовых превращениях при сварке легированных сталей и сплавов, об особенностях введения различных легирующих элементов в сварной шов при сварке плавлением;
	Умеет	правильно классифицировать и использовать в нужном направлении различные структурные классы и марки легированных сталей; находить и использовать справочные литературные данные и компьютерные базы данных по составу, структуре и свойствам основных структурных классов свариваемых сталей и сплавов;
	Владеет	методиками определения основных прочностных характеристик сварных швов и их оценки с точки зрения равнопрочности с основным металлом; основными технологическими приемами сварки легированных сталей и сплавов с целью формирования заданных эксплуатационных характеристик неразъемных соединений
<p>ПК-2 способность выбрать способ сварки; разрабатывать нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии в машиностроении</p>	Знает	технологии сварки специальных сталей, работающих при высоких и низких температурах, в условиях нейтронного облучения, коррозии, ударно-усталостного нагружения и других экспериментальных условиях;
	Умеет	находить и использовать литературные источники, базы данных и коммерческие программные продукты, и решать задачи по особенностям технологических приемов сварки конструкционных материалов, расчетов их параметров и оценке эффективности
	Владеет	с учетом конструктивных особенностей сварного изделия и условий его эксплуатации выбрать наиболее экономически целесообразный способ сварки, сварочные материалы, технологические режимы и оборудование, термическую обработку сварных соединений (при необходимости)

Оценочные средства для текущей аттестации по дисциплине (задания для тестирования, контрольных работ) и итоговой аттестации по дисциплине (экзаменационные вопросы) приведены ниже.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль УО – устный опрос; ПР – практические задания, ПР-1(1,2,3) - тесты	промежуточная аттестация Номера вопросов к экзамену	
1	Раздел I темы 1-3	ПК-1	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(1)	1, 2, 3, 7, 8, 11, 18, 21
			умеет	ПР-1(1), ПР-5	9, 10,
			владеет	ПР-1(1), ПР-5	5, 6, 16
2	Раздел I темы 1-3	ПК-2	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(1)	27, 29, 30, 32, 33, 34
			умеет	ПР-1(1), ПР-5	17, 25
			владеет	ПР-1(1), ПР-5	26, 36
3	Раздел I темы 4-6	ПК-1	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(2)	12, 14, 28,
			умеет	ПР-1(2), ПР-5	13, 15, 46, 47
			владеет	ПР-7, ПР-1(2)	16, 40, 44,
4	Раздел I темы 4-6	ПК-2	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(2)	20, 22, 31, 35, 37
			умеет	ПР-7, ПР-1(2), ПР-5	23, 38, 39,
			владеет	ПР-7, ПР-1(2), ПР-5	24, 26, 36,
5	Раздел II темы 1-3	ПК-1	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(2)	55, 56
			умеет	ПР-7, ПР-1(2), ПР-5	56, 58
			владеет	ПР-7, ПР-1(2), ПР-5	56, 57, 58
6	Раздел II темы 1-3	ПК-2	знает	УО-1, ПР-7, ПР-1(3)	55, 56
			умеет	ПР-7, ПР-1(3)	56, 58
			владеет	ПР-7, ПР-1(3)	56, 57, 58

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине

### «Технологические особенности сварки специальных сталей и сплавов»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-1 способностью разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление машин, приводов, оборудования, систем и нестандартного оборудования и средств технологического оснащения, выбирать оборудование и технологическую оснастку	знает (пороговый уровень)	Методы обеспечения технологичности изделия с позиций их сварки; основные документы по контролю соблюдения технологической дисциплины.	Знание принципов обеспечения технологичности изделия; методов контроля соблюдения технологической дисциплины.	Способность изучать интернет сайты по проблеме технологичности изделий; способность найти и применить для собственного исследования труды учёных; способность использовать методы сбора и систематизации информации, методы обобщения информации по контролю соблюдения технологической дисциплины.
	умеет (продвинутый)	Использовать базы данных, bibliографические источники, методические материалы, собирать и анализировать исходные данные для оценки технологичности изделий и процессов их изготовления; контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий	Умение производить поиск информации по оценке технологичности изделий и процессов их изготовления, с использованием баз данных библиотеки университета и результатов исследования конструкторско-технологических организаций, с использованием зарубежных баз данных.	Способность самостоятельно подготовить результаты по оценке технологичности изделий и процессов их изготовления; способность обобщить собранный материал по контролю соблюдения технологической дисциплины при изготовлении изделий.
	владеет (высокий)	Приёмами сбора и обработки аналитических материалов, навыками грамотного изло-	Владение навыками систематизации и обобщения используемых аналитических материалов,	Способность грамотно и качественно формулировать выводы по выполненным заданиям; спо-

		жения результатов проведённой оценки технологичности изделий и процессов их изготовления; методами контроля соблюдения технологической дисциплины при изготовлении изделий	грамотное использование терминологии в области сварочного производства, грамотное сопоставление результатов исследования с поставленной целью, владение грамотным, научным стилем изложения.	способность систематизировать и обобщить информацию в используемых аналитических материалах; способность аргументировать выводы и результаты исследования, опираясь на опыт отечественных и зарубежных учёных и практиков
ПК-2 - способностью разрабатывать нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии в машиностроении	знает (пороговый уровень)	Основные принципы оснащения рабочих мест; основные характеристики технологического оборудования для реализации процесса сварки;	Знание методов оснащения рабочих мест в различных отраслях промышленности; знание основных принципов построения сварочного оборудования; знает особенности технологического процесса сварки на вводимом оборудовании.	Способность оптимально оснастить рабочее место технологическим оборудованием; способность осваивать вводимое оборудование.
	умеет (продвинутый)	Обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование	Умение производить поиск информации по оценке технического оснащения рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование, с использованием баз данных библиотеки университета и результатов исследования конструкторско-технологических организаций.	Способность самостоятельно подготовить результаты по оценке технического оснащения рабочих мест с размещением технологического оборудования; способность обобщить собранный материал по вводимому оборудованию.
	владеет (высо-	Методами проведения работ по техническому	Владение терминологией в области сварочного произ-	Способность самостоятельно проводить работы по тех-



	кий)	оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; методами анализа технических характеристик вводимого оборудования.	водства; владение способностью сформулировать техническое задание по исследованию технического оснащения рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование.	ническому оснащению рабочих мест с размещением технологического оборудования; способность анализа технических характеристик вводимого оборудования с выдачей рекомендаций по его применению..
--	------	--	--	---

Для оценки качества освоения дисциплины используются тесты, содержащие следующие вопросы:

### І текущий контроль

- 1. На каком этапе выплавки стали, производится ее легирование?**
  - 1) расплавление шихты;
  - 2) кипение металлической ванны;
  - 3) раскисление;
  - 4) при экспресс-анализе плавки.
- 2. Подчеркните, что означает буква “А” в обозначении стали 18Г2АФпс?**
  - 1) вид структуры;
  - 2) уровень качества;
  - 3) содержание азота;
  - 4) способ производства стали.
- 3. Под каким номером (подчеркните) обозначена марка конструкционной низкоуглеродистой низколегированной стали?**
  - 1) 18ХГТ;
  - 2) 10ХСНД;
  - 3) 15Х5М
  - 4) 30ХГСА.
- 4. Что обозначает буква «А», стоящая в конце маркировки углеродистой стали?**
  - 1) содержание азота;
  - 2) повышенный уровень качества;
  - 3) процентное содержание аустенита;
  - 4) признак легирования.
- 5. Под каким номером обозначена теплостойкая сталь?**
  - 1) 09Г2;
  - 2) 12ХМ;
  - 3) 14ХГС;
  - 4) 35ГС.
- 6. По какому принципу обозначаются марки высоколегированных сталей?**
  - 1) указание на прочность;
  - 2) указание на химический состав;
  - 3) указание на структуру;
  - 4) указание на ударную вязкость.
- 7. Под каким номером обозначена низколегированная марганцовистая сталь?**
  - 1) 09Г2;
  - 2) 12ХМ;
  - 3) 14ХГС;
  - 4) Сталь40.
- 8. Подчеркните структурную модификацию железа Fe, обладающую повышенной пластичностью.**
  - 1) Fe $\beta$ ;
  - 2) Fe $\gamma$ ;
  - 3) Fe $\alpha$ ;
  - 4) Fe $\delta$ .



**23. При каком минимальном значении  $C_{эКВ}$  для стали необходим подогрев при сварке с целью избежания горячих трещин, при фактическом содержании углерода  $C_f=0,16$ ?**

- 1)  $C_{эКВ}=0,25$ ;      2)  $C_{эКВ}=0,4$ ;      3)  $C_{эКВ}=0,47$ ;      4)  $C_{эКВ} = 0,6$ .

**24. При каком значении  $C_э$  сталь потенциально склонна к холодным трещинам?**

- 1)  $C_э=0,4$ ;      2)  $C_э =0,3$ ;      3)  $C_э =0,45$ ;      4)  $C_э = 0,25$ .

**Подчеркните марку стали наиболее чувствительную к термическому циклу (к закалке).**

- 1) ВСт5пс;      2) 09Г2;      3) Сталь 45;      4) 15ХСНД.

**25. Какой из указанных факторов, является решающим для образования холодных трещин в сварном соединении из стали 15Х5М толщиной  $S=6$ мм?**

- 1) структура исходная;      2) содержание водорода;  
3) уровень остаточных напряжений;      4) низкая скорость сварки.

**26. К какому классу по содержанию легирующих относится сталь 12Х2Н2ВФА?**

- 1) высоколегированная;      2) низколегированная;  
3) среднелегированная;      4) не легированная.

**27. Какая термическая обработка среднелегированной стали обеспечивает оптимальный комплекс механических свойств?**

- 1) отпуск;      2) закалка+ отпуск;  
3) закалка;      4) гомогенизационный отжиг.

**28. К какому виду трещин наиболее склонны среднелегированные стали?**

- 1) горячие трещины;      2) холодные трещины;  
3) отпускная хрупкость;      4) полугорячие трещины.

**29. За счет каких наиболее экономичных мер можно снизить содержание водорода в шве?**

- 1) отпуск после сварки;      2) подогрев в процессе сварки;  
3) качественная зачистка кромок перед сваркой;      4) повышение скорости сварки.

**30. Какой фактор усиливает трещинообразование в соединениях из среднелегированных сталей?**

- 1) снижение содержания легирующих;  
2) наличие остаточного аустенита в металле шва;  
3) уменьшение содержания водорода в шве;  
4) уменьшение напряжения дуги.

**31. Какая операция термообработки сварных соединений называется «отдых»?**

- 1) неполный отжиг;      2) высокий отпуск;      3) низкий отпуск;      4) полный отжиг.

**32. Почему при сварке хладнстойких сталей не рекомендуется применять режимы, обеспечивающие высокие значения погонной энергии?**

- 1) возможна закалка;  
2) увеличивается ширина зоны разупрочнения;  
3) чрезмерно снижается рост зерна;

- 4) снижается прочность соединения в целом.
- 33. Какой характер покрытий сварочных электродов способствуют повышению ударной вязкости швов при ручной дуговой сварке стали 10Г2СД?**  
1) рутиловый; 2) целлюлозный; 3) основной; 4) кислый.
- 34. Какой вид послесварочной термообработки наиболее эффективно снижает степень охрупчивания соединения из хладнстойкой стали 14Г2АФ?**  
1) отпуск; 2) закалка+отпуск; 3) нормализация; 4) закалка.
- 35. Подчеркните легирующие элементы, обеспечивающие повышение теплостойкости низколегированных сталей.**  
1) Cr; 2) Mn; 3) Mo; 4) Ni; 5) V;  
6) Cu.
- 36. При каких максимальных температурах могут использоваться сварные соединения из стали 15Х1МФ?**  
1)  $T=400^{\circ}\text{C}$ ; 2)  $T=450^{\circ}\text{C}$ ; 3)  $T=580^{\circ}\text{C}$ ; 4)  $T=700^{\circ}\text{C}$ .
- 37. Что называется дисперсионным твердением?**  
1) создание по границам зерен препятствий из мелких карбидов для движения дислокаций;  
2) легирование твердого раствора Cr и Mo;  
3) поверхностное упрочнение.
- 38. Как изменяется форма включений карбидов ванадия VC и ниобия NbC при длительной эксплуатации при  $T=550\div 600^{\circ}\text{C}$ ?**  
1) не изменяется начальная “звездообразная” форма;  
2) преобразуется в пластинчатую форму;  
3) преобразуется в глобулярную форму;  
4) преобразуется в игольчатую форму.
- 39. За счет какого основного фактора обеспечивается теплостойкость стали при ее легировании хромом в пределах  $0,5\div 2,0\%$ ?**  
1) образование карбидов хрома; 2) упрочнение твёрдого раствора хромом;  
3) выделение интерметаллидных фаз; 4) измельчение карбидов.
- 40. Каков тип трещин наиболее характерен для сварных соединений из теплостойких сталей?**  
1) горячие трещины; 2) холодные трещины;  
3) полугорячие трещины; 4) ламелярные трещины.
- 41. Отметьте одну из основных причин появления участка разупрочнения в сварных соединениях из теплостойкой стали 12ХМ?**  
1) высокая прочность основного металла; 2) легирование металла шва;  
3) высокое значение погонной энергии сварки; 4) измельчение зерна.
- 42. Назовите способ снижения степени закалки зоны термического влияния при сварке соединений из теплостойких сталей?**  
1) легирование шва; 2) подогрев при сварке;  
3) послесварочная термообработка; 4) прокатка шва.

- 43. Назовите марку проволоки, необходимую для сварки стали 12Х1МФ в среде углекислого газа?**  
1) Св-10ГА; 2) Св-08ХГСМФА; 3) Св-08А; 4) Св-09Г2С.
- 44. Каким показателем оценивается степень охрупчивания сварного соединения из стали 15Х11МФА?**  
1) предел прочности  $\sigma_B$ ; 2) ударная вязкость KCV;  
3) пластичность  $\delta$ ; 4) угол загиба.
- 45. Укажите какой участок сварного соединения из углеродистой стали будет подвержен саморастворению?**  
1) шов; 2) зона термовлияния в целом; 3) основной металл; 4) околошовная зона.
- 46. В каком случае характер агрессивной среды будет щелочным?**  
1) pH=7; 2) pH<7; 3) pH>7; 4) pH >10
- 47. В каком интервале температур происходит интенсивное образование карбидов типа Cr<sub>23</sub>C<sub>6</sub>, Cr<sub>7</sub>C<sub>3</sub> при сварочном нагреве хромистых и хромоникелевых сталей?**  
1) T=250÷350 °C; 2) T= 450÷850 °C; 3) T=1000÷1250 °C; 4) 1300-1450 °C
- 48. Какая структура металла шва из высоколегированной стали обладает более высокой стойкостью к электрохимической коррозии?**  
1) аустенит+феррит; 2) феррит; 3) аустенит; 4) феррит+ перлит
- 49. При какой скорости сварки образуется меньшее количество карбидов типа Cr<sub>23</sub> C<sub>6</sub> при сварке коррозионно-стойких сталей?**  
1) V<sub>св</sub>=10 м/ч; 2) V<sub>св</sub>=35 м/ч; 3) V<sub>св</sub>=20 м/ч; 4) V<sub>св</sub> = 40 м/ч.
- 50. Какая структура металла шва состава 07Х18Т ожидается при любых скоростях охлаждения сварного соединения?**  
1) перлитная; 2) мартенситная; 3) ферритная; 4) феррито-мартенситная.
- 51. При каком минимальном содержании хрома в хромистой стали структура стали всегда будет ферритной?**  
1) 8%; 2) 12%; 3) 17%; 4) 6%.
- 52. В каком интервале температур нагрева при сварке хромистых сталей происходит образование  $\sigma$ -фазы?**  
1) T ≤ T<sub>Ac1</sub>; 2) T<sub>Ac1</sub> < T < T<sub>Ac3</sub>; 3) T<sub>Ac3</sub> < T < T<sub>пл</sub>; 4) T = T<sub>Ac3</sub>.
- 53. К какому дефекту может привести высокая скорость охлаждения при отпуске сварного соединения из высокохромистой стали?**  
1) появление трещин; 2) появление пор;  
3) возникновение  $\sigma$ -фазы; 4) появление шлаковых включений.
- 54. Какой путь снижения трещинообразования сварных соединений из хромистых сталей мартенситного класса является наиболее эффективным?**  
1) подогрев до T=200÷450 °C; 2) снижение содержания углерода;  
3) высокий отпуск; 4) зачистка свариваемых кромок.



- 3) образование интерметаллидов FeCr с их равномерным распределением в матрице стали;  
4) высокий отпуск.
- 66. В результате какой термической обработки достигается упрочнение матрицы в гетерогенных жаропрочных сталях?**  
1) закалка; 2) отжиг; 3) закалка+старение; 4) высокий отпуск.
- 67. К чему может привести коагуляция упрочняющих фаз, происходящая в ЗТВ из стабильно аустенитных (гомогенных) сталей?**  
1) разупрочнение шва; 2) охрупчивание шва;  
3) упрочнение шва; 4) повышение пластичности.
- 68. При каких температурах при охлаждении сварного соединения из аустенитной стали образуются подсолидусные трещины?**  
1)  $T=1450\div 1400$  °C; 2)  $T=1200\div 1000$  °C; 3)  $T=900\div 800$  °C; 4) 750-650 °C.
- 69. Каково предельное содержание  $\delta$ -феррита в металле шва из жаропрочных сталей, не вызывающее охрупчивание сварного соединения?**  
1)  $1\div 2\%$ ; 2)  $4\div 5\%$ ; 3)  $8\div 10\%$ ; 4) 15-20%.
- 70. Какую термообработку необходимо провести, чтобы металлу шва из жаропрочной стали, содержащему  $5\div 6\%$  феррита, придать однофазное аустенитное состояние?**  
1) произвести отпуск от  $T=650$  °C;  
2) произвести закалку от  $T=1050\div 1100$  °C;  
3) производить подогрев при сварке до  $T=400\div 450$  °C;  
4) произвести нормализацию.
- 71. Какой вид послесварочной термообработки необходим для сварного соединения из жаропрочной стали, эксплуатирующейся при  $T_p > 580$  °C?**  
1) аустенитизация; 2) отпуск; 3) отжиг; 4) закалка
- 72. Какой тип трещин характерен при сварке высоколегированных аустенитных сталей?**  
1) холодные; 2) холодные замедленные;  
3) горячие кристаллизационные; 4) горячие подсолидусные.
- 73. В чем основная причина охрупчивания сварных соединений из гетерогенных жаропрочных сталей?**  
1) интенсивное образование карбидов хрома; 2) выделение  $\sigma$ -фазы;  
3) уменьшение роста зерна; 4) рост зерна.
- 74. Чем можно устранить охрупчивание сварных соединений из жаропрочных сталей, длительно эксплуатирующихся при  $T=600-900$  °C?**  
1) дополнительным легированием шва; 2) гомогенизацией сварных соединений;  
3) высоким отпуском; 4) закалка+ отпуск.
- 75. Какая из групп наплавочных материалов позволяет обеспечивать наиболее полное комплексное легирование наплавленного металла?**  
1) порошкообразные смеси; 2) стеллиты;  
3) металлокерамические материалы; 4) покрытые электроды.

**76. Укажите фактор, существенно ускоряющий процесс абразивного износа трущихся поверхностей.**

- 1) возрастание температуры трущихся поверхностей;
- 2) наличие жидкой прослойки между поверхностями;
- 3) высокая твердость трущихся поверхностей;
- 4) недостаточная твердость трущихся поверхностей.

**77. Укажите основной признак износа схватыванием трущихся поверхностей?**

- 1) вырыв участка менее прочного металла;
- 2) образование порошка на трущихся поверхностях;
- 3) срезание стружки с поверхности одного из трущихся металлов;
- 4) наличие смазки на трущихся поверхностях.

**78. Укажите основные легирующие, обеспечивающие повышенную твердость наплавленному металлу.**

- 1) Ni;
- 2) C;
- 3) Si;
- 4) V.

**79. Какой дефект наплавленной детали требует обязательной правки после наплавки?**

- 1) поры в наплавляемом металле;
- 2) высокий уровень деформаций детали;
- 3) трещины в наплавленном слое;
- 4) грубая чешуйчатость наплавленного металла.

**80. Какой способ наплавки сталлитов является наиболее эффективным?**

- 1) ручная дуговая сварка;
- 2) аргонодуговая сварка неплавящимся электродом;
- 3) сварка под флюсом;
- 4) аргонодуговая сварка плавящимся электродом.

**81. Почему при многослойной ручной дуговой наплавке первые слои наплавляют на малых токах?**

- 1) снижение склонности наплавленного металла к трещинам;
- 2) снижение роста зерна в наплавленном металле;
- 3) увеличение доли основного металла в наплавке;
- 4) увеличение доли наплавленного металла в наплавке.

**82. Какая послесварочная обработка обеспечивает получение необходимой твердости наплавленного металла?**

- 1) механическая обработка поверхности;
- 2) нормализация + закалка детали;
- 3) высокий отпуск детали;
- 4) отжиг наплавленной детали

**83. Каков структурный класс электродов следует рекомендовать для сварки стали 10X15H35B3T для обеспечения максимально необходимой жаропрочности без термообработки после сварки?**

- 1) аустенитно-ферритный;
- 2) ферритный;
- 3) аустенитный;
- 4) перлитный



### III Текущий контроль

- 1. Каково содержание меди в марке М00бк по ГОСТ 859-78?**
  - 1) 99,7%;
  - 2) 99,9%;
  - 3) 99,99%;
  - 4) 100%.
- 2. Подчеркните примесь, наиболее существенно ухудшающую свойства меди.**
  - 1) Sn;
  - 2) Pb;
  - 3) Zn;
  - 4) Fe.
- 3. Какой из указанных окислов более растворим в меди при температурах, близких к плавлению?**
  - 1) CuO;
  - 2) Cu<sub>2</sub>O;
  - 3) CuO<sub>2</sub>;
  - 4) Cu+Cu<sub>2</sub>O.
- 4. В чём причина “водородной болезни” при сварке меди?**
  - 1) наличие легирующих элементов;
  - 2) высокий уровень остаточных напряжений;
  - 3) скопление водорода в кристаллизующемся металле;
  - 4) высокая скорость сварки.
- 5. За счёт чего может быть снижена концентрация водорода в шве при сварке меди?**
  - 1) легирование металла шва Mn и Si;
  - 2) прокалка флюсов и покрытых электродов;
  - 3) прокатка швов после сварки;
  - 4) увеличение напряжения на дуге.
- 6. При каком виде сварки меди доля участия основного металла “ $\gamma_0$ ” в металле шва будет минимальной?**
  - 1) аргонодуговая неплавящимся электродом;
  - 2) ручная дуговая покрытым электродом;
  - 3) сварка под флюсом;
  - 4) сварка плавящимся электродом в среде CO<sub>2</sub>.
- 7. В чём наиболее вероятно причина образования пор у линии сплавления при сварке меди?**
  - 1) высокие скорости охлаждения сварного шва;
  - 2) высокий температурный градиент по линии сплавления;
  - 3) наличие в шве окислов висмута, свинца;
  - 4) низкая температура плавления меди.
- 8. Укажите важнейшие две проблемы технологической свариваемости меди.**
  - 1) снижение прочности шва;
  - 2) склонность к холодным трещинам;
  - 3) “водородная болезнь”;
  - 4) пористость шва.
- 9. Укажите химические элементы, содержащиеся в качестве легирующих в латуни марки ЛЦ40МцЗЖ.**
  - 1) Li;
  - 2) Pb;
  - 3) Mg;
  - 4) Fe;
  - 5) Zn;
  - 6) Mn.
- 10. К какому основному дефекту шва приводит испарение цинка при сварке латуни?**
  - 1) уменьшение коррозионной стойкости металла;
  - 2) образование пористости;
  - 3) образование трещин в металле шва;
  - 4) снижение напряжения.

- 11. Подчеркните легирующие, содержащиеся в бронзе марки БрАЖ9-4.**  
1) N<sub>2</sub>;      2) Sn;      3) Fe;      4) Al.
- 12. Почему фосфор и свинец способствуют образованию горячих трещин при сварке бронз?**  
1) из-за образования окислов Рe<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и PbO<sub>2</sub>;  
2) из-за образования легкоплавких эвтектик;  
3) из-за снижения прочности сплава;  
4) из-за повышения жидкотекучести.
- 13. Подчеркните трудности при сварке бронз, создающиеся присутствием в них алюминия.**  
1) снижение прочности шва;    2) ухудшение формирования поверхности шва;  
3) загрязнение шва окисными включениями;    4) образование интерметаллидов.
- 14. Подчеркните основные легирующие, содержащиеся в медно-никелевом сплаве марки МНЦ15-20.**  
1) Mn;      2) Zn;      3) Co;      4) Ni.
- 15. Как кремний и марганец совместно влияют (подчеркнуть) на теплофизические и механические свойства шва из меди?**  
1) ухудшение электропроводности;    2) повышение теплопроводности;  
3) повышение прочности шва;      4) снижение температуры плавления.
- 16. Укажите, с какой целью при сварке плавлением меди используются заходные и выводные планки?**  
1) для снижения остаточных напряжений;  
2) для уменьшения количества трещинообразных дефектов в шве;  
3) для повышения стабильности дугового разряда;  
4) для снижения остаточных деформаций.
- 17. Какой электродный металл при сварке под флюсом обеспечивает большую прочность шва из меди?**  
1) М1;      2) БрКМц3-1;      3) М2.
- 18. Какой способ предпочтителен для подготовки (разделки) кромок под сварку меди и медных сплавов?**  
1) ацетилено-кислородная резка;      2) дуговая резка;  
3) механическая резка;      4) плазменно-дуговая резка.
- 19. Для чего рекомендуется прокалка флюса перед сваркой меди?**  
1) для повышения глубины проплавления;  
2) для повышения коэффициента перехода легирующих из флюса в шов;  
3) для предупреждения порообразования;  
4) для повышения прочности шва.
- 20. Укажите наиболее благоприятную форму шва при сварке под флюсом меди с целью снижения трещинообразования.**  
1)  $\psi_{пр}=0,8\div 1,5$ ;    2)  $\psi_{пр}=1,8\div 2,0$ ;    3)  $\psi_{пр}=2,2\div 4,0$ ;    4) 3,5-5,0.
- 21. Какой род тока предпочтительно используется при аргонодуговой сварке меди и медных сплавов малых толщин?**  
1) постоянный ток обратной полярности;      2) переменный ток;  
3) постоянный ток прямой полярности.

**22. Как ориентировочно выбирают ток при ручной дуговой сварке меди (стержень электрода Cu)?**

1)  $I_{св}=(45\div 55)d_э$ ; 2)  $I_{св}=(50\div 60)d_э$ ; 3)  $I_{св}=(80\div 100)d_э$ ; 4)  $I_{св}=(110-120) d_э$ .

**23. Чем объясняется большая прочность шва у латуни в сравнение с чистой медью при сварке в защитных газах плавящимся электродом?**

- 1) увеличением доли участия основного металла в шве;
- 2) более высоким легированием;
- 3) лучшей формой проплавления;
- 4) закалкой шва.

**24. Назовите наиболее эффективный способ удаления окисной плёнки при сварке алюминиевых бронз.**

- 1) зачистка кромок перед сваркой;
- 2) применение галогенных флюсов, разрушающих плёнку в процессе сварки;
- 3) применение смесей газов Ar+He;
- 4) использованием присадочных проволок, не содержащих алюминий.

### **Вопросы к итоговому контролю**

1. Стали и сплавы с особыми свойствами: основные группы сталей и сплавов, область их применения.

2. По каким признакам классифицируются легированные стали в отечественной практике?

3. Основные марки высокопрочных сталей, их состав, свойства, системы легирования и способы обработки.

4. Что понимают под свариваемостью тех или материалов? Какие основные показатели свариваемости используются в сварочной практике?

5. Холодные трещины при сварке высокопрочных сталей: причины образования, характер развития, виды холодных трещин, Пути предупреждения образования холодных трещин

6. Горячие трещины при сварке высокопрочных сталей: причины образования, склонность сталей к образованию ГТ. Пути предупреждения образования горячих трещин.

7. Что такое погонная энергия сварки и как она влияет на свойства металла ОШЗ. Что является критерием пригодности выбранного режима сварки

8. Основные рекомендации по дуговой сварке высокопрочных сталей.

9. Укажите порядок выбора (расчета) параметров режима дуговой сварки сталей данной группы.

10. Какие способы сварки плавлением получили широкое применение для выполнения сварных соединений из высокопрочных сталей.

11. Жаропрочные стали и сплавы: характерные эксплуатационные свойства, область применения.

12. Укажите особенности свариваемости жаропрочных сталей.

13. Проанализируйте условия, при которых могут возникнуть холодные трещины в ОШЗ. Какие стали наиболее чувствительные к образованию холодных трещин?

14. Предложите мероприятия по повышению стойкости к образованию холодных трещин.

15. Проанализируйте влияние химического состава металла шва на возможность образования в нем горячих трещин.

16. Какие пути используются для создания швов, не склонных к образованию горячих трещин?

17. В чем суть «автоподогрева» при сварке и с какой целью он используется?

18. Что является критерием пригодности выбранного режима при сварке каскадным методом?

19. Укажите порядок выбора (расчета) параметров режима дуговой сварки сталей данной группы.

20. Какие способы сварки плавлением получили широкое применение для выполнения сварных соединений жаропрочных сталей.

21. Какие стали относятся к теплоустойчивым?

22. Укажите особенности свариваемости теплоустойчивых сталей.

23. Проанализируйте условия, при которых могут возникнуть холодные трещины в ОШЗ теплоустойчивых сталей. Какие стали наиболее чувствительные к образованию холодных трещин?

24. Предложите мероприятия по повышению стойкости к образованию холодных трещин теплоустойчивых сталей.

25. Проанализируйте влияние химического состава металла шва на возможность образования в нем горячих трещин.

26. Какие пути используются для создания швов, не склонных к образованию горячих трещин?

27. Что является критерием пригодности выбранного режима при сварке каскадным методом закаливающих сталей?

28. Укажите порядок выбора (расчета) параметров режима дуговой сварки закаливающих сталей.

29. С какой целью и какая термическая обработка проводится на сварных соединениях закаливающих сталей.

30. Какие способы сварки плавлением получили широкое применение для выполнения сварных соединений закаливающих сталей.

31. Какие стали по чувствительности к термомеханическому циклу сварки относятся к среднелегированным сталям?

32. Какой критерий используют для предварительной оценки температуры подогрева при сварке?

33. Перечислите основные технологические приемы, применяемые для предотвращения образования холодных трещин при сварке среднелегированных мартенситно-бейнитных сталей.

34. Какие присадочные материалы (электроды и сварочные проволоки) используют для сварки среднелегированных мартенситно-бейнитных сталей?

35. С какой целью используют флюс-пасты при аргодуговой сварке неплавящимся электродом?

36. Какие мероприятия позволяют получить металл шва без горячих трещин?
37. Как изменяется структура высокохромистых сталей в зависимости от концентрации хрома и углерода?
38. Какой состав присадочного металла используют для сварки хромистых сталей с целью уменьшения вероятности образования холодных трещин?
39. Какие виды подогрева и в каком диапазоне температур используют при сварки хромистых сталей для предотвращения образования холодных трещин?
40. Какие виды термообработки используют для повышения пластичности сварных соединений хромистых сталей?
41. Состав и свойства высоколегированных аустенитных хромоникелевых сталей.
42. Свариваемость высоколегированных аустенитных хромоникелевых сталей.
43. Особенности техники и технологии сварки высоколегированных аустенитных хромоникелевых сталей.
44. Меры, позволяющие уменьшить вероятность образования горячих трещин и повысить стойкость против МКК.
45. Для какой цели применяют диаграмму Шеффлера?
46. От чего зависит толщина кристаллизационных и диффузионных прослоек в сварных соединениях разнородных сталей?
47. Как влияет толщина прослоек на прочность и пластичность соединений при высоких и низких температурах? Как определяют эти свойства?
48. По какому признаку можно обнаружить кристаллизационные и диффузионные прослойки?
49. Где располагаются кристаллизационные и диффузионные прослойки по отношению к геометрической линии сплавления?
50. Из каких зон состоит диффузионная прослойка?
51. Как влияют легирующие элементы перлитной и аустенитной стали на толщину диффузионной прослойки?
52. В чем преимущество сварки разнородных сталей с предварительной наплавкой?
53. Когда нежелательна после сварочная термообработка сварных соединений?
54. Почему термообработка соединений не устраняет остаточные сварочные напряжения?
55. Какие основные факторы осложняют процесс сварки меди, алюминия, титана и их сплавов?
56. Назовите особенности и способы сварки меди и ее сплавов.
57. Расскажите о специфике технологии сварки алюминия и его сплавов.
58. Укажите особенности технологии сварки титана и его сплавов.

