

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шамсутдинов Расим Адегамович

Должность: Директор ЛФ КНИТУ-КАИ

Дата подписания: 21.08.2024 09:46:09

Уникальный программный ключ:

d31c25eab5d6fbb07c50e03a64dfdc00329ab85e5a995ad1080663082c961114

**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. А.Н. ТУПОЛЕВА-КАИ»**

**Лениногорский филиал**

(наименование института, в состав которого входит кафедра, ведущая дисциплину)

Кафедра

**Технологии машиностроения и приборостроения**

(наименование кафедры, ведущей дисциплину)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ЛФ КНИТУ-КАИ

**Шамсутдинов**

«08» г.

Регистрационный номер 0428.08/17 - 67



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины (модуля)

«Материалы и их поведение при сварке»

Индекс по учебному плану: **Б1.В.10**

Направление подготовки: **15.03.01 Машиностроение**

Квалификация: **бакалавр**

Направленность (профиль) программы: **Оборудование и технология сварочного производства**

Виды профессиональной деятельности: **производственно-технологическая;**  
**проектно-конструкторская**

Лениногорск 2017 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана на основе требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «03» сентября 2015г. № 957, и в соответствии с рабочим учебным планом направления 15.03.01, утвержденным Ученым советом КНИТУ-КАИ «31» августа 2017 г., протокол №6.

Рабочую программу дисциплины (модуля) разработал:


к.т.н., доцент кафедры технологии машиностроения и приборостроения

 Ухватов Н.Н.,

старший преподаватель кафедры технологии машиностроения и

приборостроения  Граф Е.В.

Рабочая программа дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры ТМиП, протокол № 2 от 01.09.2017г.

Заведующий кафедрой ТМиП, к.т.н.  Г.С. Горшенин

Рабочая программа дисциплины (модуля)	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
СОГЛАСОВАНА	кафедра ТМиП	01.09.2017	2	 зав. кафедрой ТМиП Г.С. Горшенин
ОДОБРЕНА	Учебно-методическая комиссия ЛФ КНИТУ-КАИ	01.09.2017	2	 Председатель УМК З.И. Аскарова
СОГЛАСОВАНА	Научно-техническая библиотека	01.09.2017		 Библиотекарь А.Г. Страшнова

## РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели изучения дисциплины (модуля)

Целью дисциплины является углубленное изучение закономерностей и специфических особенностей поведения различных материалов под действием термических и деформационных процессов сварки и напыления.

Изучение дисциплины позволит студенту усвоить механизмы процессов кристаллизации и фазовых превращений, определяющие формирование надежных сварных соединений из черных и цветных металлов. На этой основе бакалавр по сварке сможет оценить или прогнозировать физико-механические свойства соединений и формировать собственные взгляды и позицию при проектировании технологии изготовления сварных конструкций.

### 1.2. Задачи дисциплины (модуля)

Основной задачей изучения дисциплины является формирование у студентов понимания связи состава, структуры и свойств материала с особенностями технологии их сварки или напыления. Это позволит студенту обоснованно осуществлять разработку технологий сварных конструкций.

### 1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО

Дисциплина Б1.В.10 «Материалы и их поведение при сварке» входит в состав вариативной части блока 1 Дисциплины (модули). Дисциплина закладывает знания, умения, навыки и формирует компетенции необходимые для выбора технологии изготовления сварных конструкций.

Логическая и содержательная связь дисциплин, участвующих в формировании представленных в п.1.5 компетенций:

**Компетенция:** ПК-17.

**Предшествующие дисциплины:** Материаловедение. Технология конструкционных материалов; Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков.

**Дисциплины, изучаемые одновременно:** Технология и оборудование для сварки машиностроительных конструкций; Технология и оборудование сварки плавлением и давлением; Производственная технологическая практика.

**Последующие дисциплины:** Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности; Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

**Компетенция:** ПК 18.

**Предшествующие дисциплины:** нет.

**Дисциплины, изучаемые одновременно:** Металлографический анализ; Металлография; Производственная технологическая практика.

**Последующие дисциплины:** Диагностика и контроль качества сварных соединений; Контроль качества сварных соединений технических устройств; Преддипломная практика; Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

#### 1.4. Объем дисциплины (модуля) (с указанием трудоемкости всех видов работы)

Таблица 1а

##### Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестры			
	в час	в ЗЕ	5		6	
			в час	в ЗЕ	в час	в ЗЕ
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>180</b>	<b>5</b>	<b>72</b>	<b>2</b>	<b>108</b>	<b>3</b>
<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторные занятия)</i>	<i>78</i>	<i>2,17</i>	<i>36</i>	<i>1</i>	<i>42</i>	<i>1,17</i>
Лекции	32	0,89	18	0,5	14	0,39
Практические занятия	14	0,39	-	-	14	0,39
Лабораторные работы	32	0,89	18	0,5	14	0,39
<i>Самостоятельная работа студента</i>	<i>66</i>	<i>1,83</i>	<i>36</i>	<i>1</i>	<i>30</i>	<i>0,83</i>
Проработка учебного материала	66	1,83	36	1	30	0,83
Курсовой проект	-	-	-	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-	-	-	-
<i>Подготовка к промежуточной аттестации (зачёту/экзамену)</i>	<i>36</i>	<i>1</i>	-	-	<i>36</i>	<i>1</i>
Промежуточная аттестация			зачет		экзамен	

Таблица 1б

##### Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестры			
	в час	в ЗЕ	5		6	
			в час	в ЗЕ	в час	в ЗЕ
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>180</b>	<b>5</b>	<b>72</b>	<b>2</b>	<b>108</b>	<b>3</b>
<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторные занятия)</i>	<i>26</i>	<i>0,72</i>	<i>14</i>	<i>0,39</i>	<i>12</i>	<i>0,33</i>
Лекции	10	0,28	6	0,17	4	0,11
Практические занятия	8	0,22	4	0,11	4	0,11
Лабораторные работы	8	0,22	4	0,11	4	0,11
<i>Самостоятельная работа студента</i>	<i>141</i>	<i>3,92</i>	<i>54</i>	<i>1,5</i>	<i>87</i>	<i>2,42</i>
Проработка учебного материала	109	3,04	38	1,06	71	1,98
Курсовой проект	-	-	-	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-	-	-	-
Контрольная работа	32	0,88	16	0,44	16	0,44
<i>Подготовка к промежуточной аттестации (зачёту/экзамену)</i>	<i>13</i>	<i>0,36</i>	<i>4</i>	<i>0,11</i>	<i>9</i>	<i>0,25</i>
Промежуточная аттестация			зачет		экзамен	

## 1.5 Планируемые результаты обучения

Таблица 2

### Формируемые компетенции

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
<b>ПК-17 - умение выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения</b>			
<p><b>Знание (ПК-17З)</b> Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- химический состав, свойства, термическую обработку основных структурных классов сталей, цветных сплавов на основе алюминия, титана, никеля, меди, пластмасс конструкционного назначения;</li> <li>- основные особенности материалов, влияющих на их поведение при сварке, пайке, напылении;</li> <li>- основные методы контроля структуры материалов, физико-механических свойств металлов и пластмасс.</li> </ul>	<p>Знать химический состав, свойства, термическую обработку основных структурных классов сталей, цветных сплавов на основе алюминия, титана, никеля, меди, пластмасс конструкционного назначения применяемых в нефтегазодобывающей промышленности.</p>	<p>Знать основные особенности материалов, влияющих на их поведение при сварке, пайке, напылении применяемых в нефтегазодобывающей промышленности.</p>	<p>Знать основные методы контроля структуры материалов, физико-механических свойств металлов и пластмасс применяемых в нефтегазодобывающей промышленности.</p>
<p><b>Умение (ПК-17У)</b> Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать показатели свариваемости материалов различных классов по справочной литературе;</li> <li>- самостоятельно работать со справочной литературой, осуществлять поиск необходимой информации, руководствуясь заданными условиями поиска необходимого материала;</li> <li>- самостоятельно проводить стандартные исследования микроструктуры и физико-механических свойств сварных и паяных соединений.</li> </ul>	<p>Уметь оценивать показатели свариваемости материалов различных классов по справочной литературе применяемых в нефтегазодобывающей промышленности.</p>	<p>Уметь самостоятельно работать со справочной литературой, осуществлять поиск необходимой информации, руководствуясь заданными условиями поиска необходимого материала</p>	<p>Уметь самостоятельно проводить стандартные исследования микроструктуры и физико-механических свойств сварных и паяных соединений применяемых в нефтегазодобывающей промышленности.</p>
<p><b>Владение (ПК-17В)</b> Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками самостоятельно использовать нормативную документацию на сварные конструкции в части выбора материалов;</li> <li>- навыками выбора основных материалов для изготовления сварных конструкций конкретного назначения;</li> <li>- навыками самостоятельно составлять отчёты о проделанном контроле, обобщении и анализе полученных результатов.</li> </ul>	<p>Владеть навыками самостоятельно использовать нормативную документацию на сварные конструкции в части выбора материалов применяемых в нефтегазодобывающей промышленности.</p>	<p>Владеть навыками выбора основных материалов для изготовления сварных конструкций конкретного назначения.</p>	<p>Владеть навыками самостоятельно составлять отчёты о проделанном контроле, обобщении и анализе полученных результатов при производстве работ.</p>

<b>ПК-18 - умение применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий</b>			
<b>Знание (ПК-18З)</b> Знать теоретические методы проведения испытаний неразъемных соединений на прочностные характеристики	Знать способы подготовки изделия для испытаний.	Знать методику проведения испытаний.	Анализ и оценка полученных данных в ходе проведения испытаний.
<b>Умение (ПК-18У)</b> Уметь применять на практике полученные теоретические знания для оценки прочностных характеристик неразъемных соединений	Уметь применять на практике полученные теоретические знания для оценки прочностных характеристик неразъемных соединений для конструкций неотчетственного назначения.	Уметь применять на практике полученные теоретические знания для оценки прочностных характеристик неразъемных соединений для конструкций ответственного назначения.	Уметь применять на практике полученные теоретические знания для оценки прочностных характеристик неразъемных соединений для конструкций применяемых в нефтегазодобывающей промышленности.
<b>Владение (ПК-18В)</b> Владеть оборудованием для проведения испытания для оценки физико-механических свойств	Владеть знаниями по подготовке оборудования к проведению испытаний.	Владеть умением использовать оборудование для проведения испытаний физико-механических свойств.	Владеть знаниями прогрессивных методов проведения испытаний и современного оборудования

## РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

### 2.1. Структура дисциплины (модуля) и ее трудоемкость

Таблица 3а

#### Распределение фонда времени по видам занятий (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу				Коды компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
			Лекции	Лаб. раб.	Пр. зан.	Сам. раб.		
<b>Раздел 1. Стали и их поведение при сварке</b>								ФОС ТК-1
1	Тема 1.1	5	1	-	-	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
2	Тема 1.2	5	1	-	-	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
3	Тема 1.3	6	2	-	-	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
4	Тема 1.4	8	2	4	-	2	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
5	Тема 1.5	10	2	4	-	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
<b>Раздел 2. Свариваемость металлов и сплавов. Механизм образования трещин. Термическая обработка сварных соединений</b>								ФОС ТК-2
6	Тема 2.1	6	2	-	-	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
7	Тема 2.2.	10	2	4	-	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
8	Тема 2.3.	12	2	6	-	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
9.	Тема 2.4	7	3	-	-	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
10.	Тема 2.5	3	1	-	-	2	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
Всего за семестр:		72	18	18	-	36		
Зачет		-				-	ПК-17; ПК-18	ФОС ПА-1
<b>Раздел 3. Цветные сплавы, керамика и их поведение при сварке</b>								ФОС ТК-3
1	Тема 3.1.	8	2	-	2	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
2	Тема 3.2.	12	2	4	2	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
3	Тема 3.3.	8	2	-	2	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
<b>Раздел 4. Защитные покрытия.</b>								ФОС ТК-4
4	Тема 4.1	8	2	-	2	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
5	Тема 4.2	8	2	-	2	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
<b>Раздел 5. Напыления. Виды и особенности.</b>								ФОС ТК-5
6	Тема 5.1	12	2	4	2	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
7	Тема 5.2.	16	2	6	2	6	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
Всего за семестр		72	14	14	14	30		
Экзамен		36					ПК-17; ПК-18	ФОС ПА-2
<b>ИТОГО:</b>		<b>180</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>14</b>	<b>66</b>		

Таблица 36

**Распределение фонда времени по видам занятий (заочная форма обучения)**

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу				Коды компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
			Лекции	Лаб. раб.	Пр. зан.	Сам. раб.		
<b>Раздел 1. Стали и их поведение при сварке</b>								ФОС ТК-1
1	Тема 1.1	3,5	0,5	-	-	3	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
2	Тема 1.2	3,5	0,5	-	-	3	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
3	Тема 1.3	4,5	0,5	-	-	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
4	Тема 1.4	8,5	0,5	-	4	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
5	Тема 1.5	8,5	0,5	4	-	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
<b>Раздел 2. Свариваемость металлов и сплавов. Механизм образования трещин. Термическая обработка сварных соединений</b>								ФОС ТК-2
6	Тема 2.1	5,5	0,5	-	-	5	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
7	Тема 2.2.	5,5	0,5	-	-	5	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
8	Тема 2.3.	5,5	0,5	-	-	5	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
9.	Тема 2.4	6,5	1	-	-	5,5	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
10.	Тема 2.5	6,5	1	-	-	5,5	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
Контрольная работа		16				16	ПК-17; ПК-18	
Всего за семестр:		<b>68</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>54</b>		
Зачет		<b>4</b>					ПК-17; ПК-18	ФОС ПА-1
<b>Раздел 3. Цветные сплавы, керамика и их поведение при сварке</b>								ФОС ТК-3
1	Тема 3.1.	13	1	-	2	10	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
2	Тема 3.2.	14,5	0,5	4	-	10	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
3	Тема 3.3.	12,5	0,5	-	2	10	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
<b>Раздел 4. Защитные покрытия.</b>								ФОС ТК-4
4	Тема 4.1	10,5	0,5	-	-	10	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
5	Тема 4.2	10,5	0,5	-	-	10	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
<b>Раздел 5. Напыления. Виды и особенности.</b>								ФОС ТК-5
6	Тема 5.1	10,5	0,5	-	-	10	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
7	Тема 5.2.	11,5	0,5	-	-	11	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
Контрольная работа		16				16		



Всего за семестр	99	4	4	4	87		
Экзамен	9					ПК-17; ПК-18	ФОС ПА-2
ИТОГО:	180	10	8	8	141		

Таблица 4

### Матрица компетенций по разделам РП

Наименование раздела (тема)	Формируемые компетенции (составляющие компетенций)		
	ПК-17		
	ПК-17З	ПК-17У	ПК-17В
<b>Раздел 1. Стали и их поведение при сварке</b>			
Тема 1.1. Классификация и маркировки свариваемых сталей	+		+
Тема 1.2. Физическое строение металлов и его значение для сварки и родственных процессов	+	+	
Тема 1.3. Термический и термомеханический циклы сварки	+		+
Тема 1.4. Формирование первичной структуры металла шва	+	+	+
Тема 1.5. Диаграммы состояния сплавов и их значение при кристаллизации	+	+	+
<b>Раздел 2. Свариваемость металлов и сплавов. Механизм образования трещин. Термическая обработка сварных соединений</b>			
Тема 2.1. Свариваемость металлов и сплавов. Природа образования горячих трещин при сварке	+	+	+
Тема 2.2. Фазовые и структурные превращения в металлах в твердом состоянии при сварке	+	+	
Тема 2.3. Природа и механизм образования холодных трещин в сварных соединениях сталей	+	+	+
Тема 2.4. Влияние легирующих элементов на процессы, протекающие в сталях при сварке	+		+
Тема 2.5. Термическая обработка сварных соединений сталей различных структурных классов	+	+	+
<b>Раздел 3. Цветные сплавы, керамика и их поведение при сварке</b>			
Тема 3.1. Особенности сварки титановых сплавов	+		+
Тема 3.2. Особенности сварки алюминиевых сплавов	+	+	+
Тема 3.3. Особенности сварки медных сплавов	+	+	+
<b>Раздел 4. Защитные покрытия</b>			
Тема 4.1. Классификация методов нанесения защитных покрытий	+	+	+
Тема 4.2. Материалы защитных покрытий	+	+	+
<b>Раздел 5. Напыления. Виды и особенности</b>			
Тема 5.1. Теоретические основы газотермического напыления	+	+	
Тема 5.2. Теоретические основы вакуумного напыления	+	+	
		ПК-18	
	ПК-18З	ПК-18У	ПК-18В
<b>Раздел 1. Стали и их поведение при сварке</b>			
Тема 1.1. Классификация и маркировки свариваемых сталей	+	+	
Тема 1.2. Физическое строение металлов и его значение для сварки и родственных процессов	+		+
Тема 1.3. Термический и термомеханический циклы сварки	+	+	

Тема 1.4. Формирование первичной структуры металла шва	+	+	+
Тема 1.5. Диаграммы состояния сплавов и их значение при кристаллизации	+	+	+
<b>Раздел 2. Свариваемость металлов и сплавов. Механизм образования трещин. Термическая обработка сварных соединений</b>			
Тема 2.1. Свариваемость металлов и сплавов. Природа образования горячих трещин при сварке	+	+	+
Тема 2.2. Фазовые и структурные превращения в металлах в твердом состоянии при сварке	+		+
Тема 2.3. Природа и механизм образования холодных трещин в сварных соединениях сталей	+	+	
Тема 2.4. Влияние легирующих элементов на процессы, протекающие в сталях при сварке	+	+	+
Тема 2.5. Термическая обработка сварных соединений сталей различных структурных классов	+	+	+
<b>Раздел 3. Цветные сплавы, керамика и их поведение при сварке</b>			
Тема 3.1. Особенности сварки титановых сплавов	+	+	+
Тема 3.2. Особенности сварки алюминиевых сплавов	+	+	+
Тема 3.3. Особенности сварки медных сплавов	+	+	+
<b>Раздел 4. Защитные покрытия</b>			
Тема 4.1. Классификация методов нанесения защитных покрытий	+	+	
Тема 4.2. Материалы защитных покрытий	+	+	+
<b>Раздел 5. Напыления. Виды и особенности</b>			
Тема 5.1 Теоретические основы газотермического напыления	+	+	
Тема 5.2. Теоретические основы вакуумного напыления	+	+	

## 2.2. Содержание дисциплины (модуля)

### Раздел 1. Стали и их поведение при сварке

#### Тема 1.1. Классификация и маркировки свариваемых сталей

Классификация углеродистых и легированных сталей по различным признакам: по химическому составу, степени легирования, качеству, степени раскисления, структуре в равновесном состоянии и получаемой при охлаждении на спокойном воздухе. Маркировки углеродистых и легированных сталей.

Классификация М.Х. Шоршорова сталей и сплавов в зависимости от объема полиморфных превращений, происходящих в них при охлаждении. Группы типичных марок сталей, подвергаемых сварке.

Литература: [1], [2]

#### Тема 1.2. Физическое строение металлов и его значение для сварки и родственных процессов

Роль атомного строения металла: прочность связи электронов внешней оболочки, тип и прочность связи между атомами, показатель свободной энергии, - для получения прочных монокристаллических соединений.

Роль кристаллического строения металлов: явление полиморфизма. Дефекты кристаллической решетки металлов. Особенности распределения и плотность несовершенств кристаллического строения в металле сварного соединения.

Литература: [1], [2]

#### Тема 1.3. Термический и термомеханический циклы сварки

Термический цикл сварки. Параметры термического цикла. Взаимосвязь тепловой мощности различных сварочных источников и параметров термического цикла. Сравнение термических циклов различных видов сварки и наплавки.

Понятие о термомеханическом цикле при сварке. Термомеханические процессы

в металлах, возникающие при воздействии на них сварочных источников теплоты. Изменение прочности материалов в области высоких температур. Распределение временных напряжений и деформаций при сварке пластин. Остаточные напряжения, возникающие при сварке материалов, не испытывающих полиморфных превращений. Остаточные напряжения, возникающие при сварке закаливаемых сталей.

Литература: [1], [2]

#### **Тема 1.4. Формирование первичной структуры металла шва**

Плавление металлов. Сварочная ванна. Общие положения теории кристаллизации. Гомогенная и гетерогенная кристаллизация. Понятие о термическом и концентрационном переохлаждении. Кристаллизация чистых металлов. Кристаллизация сплавов. Типы первичной структуры при кристаллизации. Особенности кристаллизации и формирования первичной структуры металла шва. Схема кристаллизации шва. Факторы, влияющие на первичную структуру сварного шва. Структура сварного шва в зависимости от условий ведения сварки.

Основные закономерности диффузии. Диффузионные процессы при сварке. Влияние диффузии некоторых элементов на степень химической и механической неоднородности сварных соединений. Влияние режима сварки на степень химической неоднородности сварного шва. Химическая неоднородность в зоне сплавления. Влияние химической неоднородности металла сварного соединения на его свойства.

Литература: [1], [2]

#### **Тема 1.5. Диаграммы состояния сплавов и их значение при кристаллизации металла сварных соединений**

Фазы металлических сплавов: твердые растворы с неограниченной растворимостью и ограниченной растворимостью компонентов, эвтектики, эвтектоиды, химические соединения: фазы внедрения, фазы Лавеса, электронные соединения. Физические, механические свойства твердых растворов, эвтектики, эвтектоида.

Диаграммы состояния сплавов и их значение при кристаллизации металла сварных соединений. Особенности кристаллизации и формирования первичной структуры металла шва.

Фазовый состав металла шва сплавов, компоненты которых образуют в твердом состоянии сплавы с неограниченной растворимостью компонентов друг в друге.

Фазовый состав металла шва сплавов, компоненты которых образуют в твердом состоянии эвтектику.

Фазовый состав металла шва сплавов, компоненты которых образуют в твердом состоянии сплавы с ограниченной растворимостью компонентов друг в друге.

Роль присадочного материала в изменении фазового состава металла шва.

Литература: [1], [2]

### **Раздел 2. Свариваемость металлов и сплавов. Механизм образования трещин. Термическая обработка сварных соединений**

#### **Тема 2.1. Свариваемость металлов и сплавов. Природа образования горячих трещин при сварке**

Понятие о свариваемости металлов и сплавов. Показатели свариваемости для металлов и сплавов. Стойкость сварного соединения к образованию горячих трещин. Понятие горячих трещин. Виды горячих трещин. Теория Прохорова о природе образования горячих трещин в зависимости от характера изменения пластичности и прочности металлов и сплавов в области высоких температур при сварке. Факторы, обуславливающие образование горячих трещин. Способы оценки сопротивляемости сплавов образованию горячих трещин при сварке.

Литература: [1], [2]

#### **Тема 2.2. Фазовые и структурные превращения в металлах в твердом состоянии при сварке**

Характерные зоны сварных соединений. Зона термического влияния и связь ее с диаграммой состояния. Свойства отдельных участков зоны термического влияния. Кинетика роста зерна в ЗТВ. Характер распределения твердости, временных напряжений и деформаций по сечению сварных соединений в зависимости от типа стали.

Виды превращений в металле сварных соединений при нагреве и охлаждении. Термодинамика и кинетика фазовых превращений в твердом состоянии. Превращения в основном металле при нагреве. Растворение фаз, гомогенизация, рост зерен. Превращения в шве и основном металле при охлаждении. Сегрегация примесей на границах зерен, полиморфные превращения.

Литература: [1], [2]

### **Тема 2.3. Природа и механизм образования холодных трещин в сварных соединениях сталей**

Факторы, обуславливающие образование холодных трещин. Закалочная и водородная теории о природе образования холодных трещин. Углеродный эквивалент. Методы оценки сопротивляемости сварных соединений образованию холодных трещин. Способы предотвращения холодных трещин в сварных соединениях.

Деформационное и термическое старение, возникающее при эксплуатации сварных конструкций. Водородное охрупчивание. Охрупчивание в связи с фазовыми превращениями. Методы оценки степени охрупчивания.

Литература: [1], [2]

### **Тема 2.4. Влияние легирующих элементов на процессы, протекающие в сталях при сварке**

Характеристика свариваемости сталей различных структурных классов: перлитного, аустенитного, мартенситного, ферритного, переходных классов.

Взаимосвязь химического состава, структуры стали и технологии ее сварки.

Характеристика поведения при сварке сталей низкоуглеродистых и низколегированных строительного назначения, среднеуглеродистых конструкционного назначения, теплоустойчивых, высоколегированных жаропрочных и коррозионностойких. Основные элементы технологии: предварительный, сопутствующий подогрев и последующая термическая обработка сварных соединений, выбор способа сварки, режимы.

Литература: [1], [2]

### **Тема 2.5. Термическая обработка сварных соединений сталей различных структурных классов**

Выбор вида термической обработки в зависимости от назначения сварной конструкции. Факторы, определяющие применение термической обработки сварных конструкций: химический состав стали, размеры конструкции, температура окружающей среды, способ сварки.

Влияние термической обработки на свойства сварных соединений. Механизм и природа образования трещин повторного нагрева при термической, обработке сварных соединений. Оценка сопротивляемости сталей трещинам повторного нагрева. Способы предотвращения трещин.

Литература: [1], [2]

## **Раздел 3. Цветные сплавы, керамика и их поведение при сварке и напылении**

### **Тема 3.1. Особенности сварки титановых сплавов**

Характеристика титановых сплавов, подвергаемых сварке. Химический состав, свойства. Особенности титановых сплавов, затрудняющих сварку. Взаимосвязь состава сплавов и технологии сварки. Термическая обработка. Способы сварки, применяемые для титановых сплавов. Особенности технологии подготовки под сварку, режимов сварки.

Группы типичных марок титановых сплавов, подвергаемых сварке.

Литература: [1], [2]

### **Тема 3.2. Особенности сварки алюминиевых сплавов**

Характеристика алюминиевых сплавов, подвергаемых сварке. Химический состав, свойства. Особенности алюминиевых сплавов, затрудняющих сварку. Роль оксидной пленки. Взаимосвязь состава сплавов и технологии сварки, термическая обработка. Способы сварки, применяемые для алюминиевых сплавов. Особенности технологии подготовки под сварку, режимов сварки.

Группы типичных марок алюминиевых сплавов, подвергаемых сварке.

Литература: [1], [2]

### **Тема 3.3. Особенности сварки медных сплавов**

Характеристика медных сплавов. Химический состав, свойства. Бронзы, латуни. Особенности медных сплавов, затрудняющих сварку. Способы сварки и особенности технологии. Группы типичных марок медных сплавов, подвергаемых сварке.

Литература: [1], [2]

## **Раздел 4. Защитные покрытия**

### **Тема 4.1. Классификация методов нанесения защитных покрытий**

Внешние и внутренние покрытия. Покрытия осажденные и напыленные. Классификация методов нанесения покрытий по источнику осаждения и напыления: химические электрохимические, газотермические, вакуумные, диффузионные. Роль покрытий в повышении конструкционной прочности деталей машиностроения, строительных конструкций.

Литература: [1], [2]

### **Тема 4.2. Материалы защитных покрытий**

Выбор состава покрытия и его толщины в зависимости от величины коэффициента линейного расширения материалов и модуля Юнга покрытия и основы.

Материалы, применяемые для напыления: металлические, керамические, полимерные, композиционные. Особенности порошков, применяемых для газотермического напыления: требования по гранулометрическому составу, форме, плотности. Основные свойства материалов покрытий: тугоплавкость, твердость, коррозионная стойкость. – обуславливающие пригодность для применения в качестве защитных покрытий. Основные типы газотермических покрытий: жаростойкие и коррозионностойкие, износостойкие, уплотнительные, теплозащитные.

Комбинированные, композиционные покрытия.

Литература: [1], [2]

## **Раздел 5. Напыления. Виды и особенности**

### **Тема 5.1. Теоретические основы газотермического напыления**

Закономерности формирования газотермических покрытий. Температура и скорость процессов, и их влияние на характеристики качества покрытий. Термодеформационный цикл напыления.

Очаги схватывания. Силы взаимодействия между частицами: механическое зацепление, силы физического межмолекулярного взаимодействия, силы химического взаимодействия. Процессы кристаллизации и фазовые превращения при охлаждении покрытия. Влияние температуры (перегрева), окисления, скорости напыляемых частиц на величину адгезионной и когезионной прочности. Температура контакта жидкая частица - твердая основа.

Причины появления остаточных напряжений: термические условия напыления, различия в теплофизических свойствах материалов, фазовые превращения в материале покрытия. Технологические способы регулирования остаточных напряжений.

Строение покрытия. Структурные элементы покрытия. Типичные структуры газотермических покрытий.

Литература: [1], [2]

## **Тема 5.2. Теоретические основы вакуумного напыления**

Обобщенная схема вакуумного конденсационного напыления. Классификация процессов по степени вакуума в камерах. Классификация способов: по способам распыления материала и формирования потока напыленных частиц, по энергетическому состоянию напыляемых частиц, по способу взаимодействия напыляемых частиц с остаточными газами камеры. Область применения вакуумных способов напыления. Основные преимущества вакуумных покрытий по сравнению с газотермическими.

Основные общие параметры вакуумного напыления: конструкционные параметры вакуумных камер. Параметры режима работы распылителя, параметры распыляемого материала, параметры, характеризующие внешние условия напыления, параметры потока напыляемых частиц. Физическое осаждение покрытий (PVD). Схема установки вакуумного напыления с испарением наносимого материала электронным лучом. Трехзонная модель электронно-лучевых покрытий. Граничные температуры.

Литература: [1], [2]

## **Тематика лабораторных работ и практических занятий**

Таблица 5.

### Лабораторные занятия

№ темы	Наименование лабораторного занятия, трудоемкость
1.5	Взаимосвязь диаграмм состояния со структурой сварного соединения (4ч)
2.2	Механические свойства зоны термического влияния сварного соединения (4 ч)
2.3	Оценка чувствительности сталей к образованию холодных трещин. Валиковая проба. (6ч)
3.2	Термическая обработка алюминиевых сплавов(4ч)
5.1	Плазменные и детонационные покрытия (4ч)
5.2	Жаростойкие вакуумные покрытия (6ч)

Таблица 6

### Практические занятия

№ темы	Наименование практического занятия, трудоемкость
3.1	Определение коэффициента легирования титановых сплавов (4ч)
3.2	Особенности сварки алюминиевых сплавов (4ч)
3.3	Особенности сварки медных сплавов (4ч)
4.2	Выбор материалов для защитных покрытий (2ч)

## **2.3. Курсовой проект/курсовая работа**

Курсовой проект/курсовая работа по дисциплине в соответствии с учебным планом не предусмотрен.

## РАЗДЕЛ 3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНОК ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

### 3.1. Оценочные средства для текущего контроля

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля (ФОС ТК) является составной частью РП дисциплины (модуля) и хранится на кафедре.

Таблица 7.

Фонд оценочных средств текущего контроля

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Вид оценочных средств	Примечание
1.	Раздел 1. Стали и их поведение при сварке	ФОС ТК-1	Защита лабораторной работы. Тестирование по ФОС ТК-1
2.	Раздел 2. Свариваемость металлов и сплавов. Механизм образования трещин. Термическая обработка сварных соединений	ФОС ТК-2	Защита лабораторной работы. Тестирование по ФОС ТК-2
3.	Раздел 3. Цветные сплавы, керамика и их поведение при сварке и напылении	ФОС ТК-3	Защита лабораторной работы. Тестирование по ФОС ТК-3
4.	Раздел 4. Защитные покрытия	ФОС ТК-4	Тестирование по ФОС ТК-4
5.	Раздел 5. Напыления. Виды и особенности	ФОС ТК-5	Защита лабораторной работы. Тестирование по ФОС ТК-5

**Пример тестовых вопросов для проведения текущего контроля знаний (по разделам)**

#### ФОС ТК-1

##### Типовые тестовые вопросы

##### 1. Стали по степени раскисления делятся на ...

1. Спокойные, полуспокойные, кипящие.
2. Спокойные, полукипящие, кипящие.
3. Спокойные, кипящие.

##### 2. Как подразделяются углеродистые стали в зависимости от содержания углерода?

1. Низкоуглеродистые, с содержанием углерода до 1,0%; среднеуглеродистые с содержанием углерода 1,0-2,0%; высокоуглеродистые с содержанием углерода более 2,0%.
2. Низкоуглеродистые, с содержанием углерода до 0,25%; среднеуглеродистые с содержанием углерода от 0,25-0,6%; высокоуглеродистые с содержанием углерода более 0,6%.
3. Низкоуглеродистые, с содержанием углерода до 1,5; среднеуглеродистые с содержанием углерода 1,5-2,5%; высокоуглеродистые с содержанием углерода более 2,5%.

##### 3. Углеродистые стали по качеству классифицируются на:

1. Стали обыкновенного качества, качественные, высококачественные
2. Стали обыкновенного качества, качественные, высококачественные, особо высококачественные.
3. Стали качественные, высококачественные, особо высококачественные.

##### 4. От чего зависит уровень качества стали?

1. От содержания легирующих элементов.
2. От способа выплавки стали.
3. От способа выплавки стали, влияющего на содержание вредных примесей.

##### 5. Углеродистые стали обыкновенного качества группы В в зависимости от комбинации гарантированных показателей механических свойств делят на:

1. 3 категории.
2. 2 категории.

3. 6 категорий.

**6. Углеродистые стали обыкновенного качества группы Б в зависимости от комбинации химических элементов, гарантируемых поставщиком, поставляются:**

1. 2 категорий.

2. 3 категорий.

3. 6 категорий.

**7. В каком диапазоне температур рекомендуется эксплуатировать низкоуглеродистые стали общего назначения ?**

1. (-70°) - (+560°)

2. (-20°) - (+200°)

3. (-20°) - (+560°)

**8. Как называется параметр  $\gamma$  и термического цикла сварки?**

А. Скорость нагрева в интервале температур  $A_{c3}$  -  $T_{\max}$ .

Б. Скорость охлаждения в интервале температур  $T_{\max}$  -  $A_{c3}$ .

В. Мгновенная скорость охлаждения при температуре наименьшей устойчивости аустенита.

**9. Как называется параметр  $\gamma_0$  термического цикла сварки?**

1. Скорость нагрева в интервале температур  $A_{c3}$  -  $T_{\max}$ .

2. Скорость охлаждения в интервале температур  $T_{\max}$  -  $A_{c3}$ .

3. Мгновенная скорость охлаждения при температуре наименьшей устойчивости аустенита.

**10. Как называется параметр  $\gamma_{8/5}$  термического цикла сварки?**

1. Скорость нагрева в интервале температур  $A_{c3}$  -  $T_{\max}$ .

2. Скорость охлаждения в интервале температур 800-500 град С.

3. Мгновенная скорость охлаждения при температуре наименьшей устойчивости аустенита.

**11. Как называется параметр  $\gamma_{6/5}$  термического цикла сварки?**

1. Скорость нагрева в интервале температур  $A_{c3}$  -  $T_{\max}$ .

2. Скорость охлаждения в интервале температур 600-500 град С.

3. Мгновенная скорость охлаждения при температуре наименьшей устойчивости аустенита.

**12. Какой способ сварки имеет наибольшее время охлаждения металла в интервале температур 800-500°С?**

1. Ручная дуговая.

2. В смеси газов.

3. Под флюсом

4. Электрошлаковая.

**13. Расположите в ряд по мере возрастания их тепловой мощности следующие сварочные источники тепла.**

1. Газовое пламя, электрическая дуга, плазменная дуга, лазерный луч, электронный луч.

2. Электрическая дуга, газовое пламя, плазменная дуга, лазерный луч, электронный луч.

3. Плазменная дуга, электрическая дуга, лазерный луч, электронный луч.

**14. Какие особенности атомного строения металлов играют важную роль в получении прочных сварных соединений при сварке давлением?**

1. Прочность связи электронов внешней оболочки с ядром атома.

2. Тип и прочность связи между атомами.

3. Показатель свободной энергии поверхности.

4. Перечисленное в п.1-3.

5. Дефекты кристаллической решетки.

6. Перечисленное в п. 1-3, 5.

**15. Расположите в ряд по мере возрастания прочности следующие типы связи между атомами....**



1. Полярная, металлическая, ковалентная, ионная.
2. Металлическая, молекулярная, ковалентная, ионная.
3. Ковалентная, ионная, металлическая, молекулярная.

**16. В каких случаях тип кристаллической решетки металла играет важную роль в получении прочного сварного соединения?**

1. При сварке давлением.
2. При сварке плавлением.
3. При сварке разнородных металлов различными видами сварки.

**17. Какое практическое применение находит диаграмма состояния железо-углерод?**

1. Определение структуры стали, видов и температурных интервалов термической обработки стали.
2. Определение химического состава металла.
3. Установление наличия графита в свободном состоянии.

**18. Какие модификации железа образуются в стали при ее нагреве до температуры плавления и охлаждении по термическому циклу сварки ?**

1. Троостит, сорбит, перлит, цементит.
2. Аустенит, бейнит.

**19. Что происходит с температурой фазовых превращений в железоуглеродистой стали при увеличении скорости нагрева?**

1. Температура снижается.
2. Температура повышается.
3. Температура остается неизменной.

**20. Расположите в ряд по мере возрастания диаметра эффективного пятна нагрева следующие сварочные источники тепла....**

1. Газовое пламя, электрическая дуга, плазменная дуга, лазерный луч, электронный луч.
2. Электрическая дуга, газовое пламя, плазменная дуга, лазерный луч, электронный луч.
3. Плазменная дуга, электрическая дуга, лазерный луч, электронный луч

**Лабораторная работа №1** Взаимосвязь диаграмм состояния со структурой сварного соединения.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с разработанными методическими указаниями.

## **ФОС ТК-2**

### **Типовые тестовые вопросы**

**1. Укажите наиболее правильное определение понятия свариваемости?**

1. Технологическое свойство металлов или их сочетаний образовывать в процессе сварки соединения, обеспечивающие прочность и пластичность на уровне основных материалов.

1. Металлургическое свойство металлов, обеспечивающее возможность получения сварного соединения с общими границами зерен околошовной зоны и литого шва.

2. Технологическое свойство металлов или их сочетаний образовывать в процессе сварки соединения, отвечающие конструктивным и эксплуатационным требованиям к ним.

**2. Какие факторы наиболее сильно влияют на свариваемость металла?**

1. Теплофизические и механические свойства металла.

2. Характер кристаллической решетки металла при высоких температурах.

3. Химический состав стали, выбранный способ сварки плавлением металла.

**3. Какие существуют методы оценки свариваемости?**

1. Исследовательские, технологические и контрольные.

2. Технологические и машинные.

3. Экспериментальные и расчетные.

**4. Укажите назначение исследовательских методов оценки свариваемости.**

1. Разработка оптимального состава основного металла, выбор способов сварки, разработка технологии сварки типовых соединений из этого металла.

2. Разработка рациональной технологии сварки типовых конструкций определенного назначения.
3. Проверка соответствия показателей свариваемости металла требованиям технических условий на его поставку.

**5. Укажите назначение технологических методов оценки свариваемости.**

1. Разработка оптимального состава основного металла, выбор способов сварки, разработка технологии сварки типовых соединений из этого металла.
2. Разработка рациональной технологии сварки типовых конструкций определенного назначения.
3. Проверка соответствия показателей свариваемости металла требованиям технических условий на его поставку.

**6. Какое действие оказывает углерод на свариваемость стали?**

1. Понижает склонность к образованию трещин и пор.
2. Понижает склонность к образованию трещин и порб, тем самым улучшает свариваемость.
3. Повышает склонность к образованию трещин и пор.

**7. Какое действие оказывает марганец на свойства стали и ее свариваемость?**

1. Раскисляет сталь, повышает ударную вязкость и хладноломкость, при содержании более 1,5% ухудшает свариваемость.
2. Не оказывает влияния на пластичность металла, улучшает свариваемость.
3. Образует интерметаллиды с железом, снижает ударную вязкость при нормальных и низких температурах.

**8. Как влияет неравномерность нагрева при сварке на величину деформации основного металла?**

1. Увеличивает величину деформации.
2. Не влияет на величину деформации.

**9. Как влияет величина объема металла, наплавленного в разделку за один проход, на величину деформации сварных соединений?**

1. С увеличением объема металла деформация увеличивается.
2. С увеличением объема металла деформация уменьшается.

**10. Какие виды внутренних напряжений в металлах различают согласно классификации Н.Н. Давиденкова?**

1. Нормальные и касательные.
2. Первого, второго, третьего рода.
3. Фазовые и структурные.

**11. Назовите механизмы развития пластической деформации в металлах.**

1. Пластическая деформация происходит за счет скольжения отдельных частей металла (дислокаций).
2. Пластическая деформация происходит за счет вязкого течения металла.
3. Пластическая деформация происходит за счет скольжения и двойникования отдельных частей металла (дислокаций).

**12. Какие деформации называются остаточным?**

1. Деформации, появляющиеся во время сварки.
2. Деформации, появляющиеся по окончании сварки.
3. Деформации, образующиеся под действием эксплуатационных нагрузок.

**13. Укажите правильную характеристику понятия “горячие трещины”?**

1. Хрупкое межкристаллитное разрушение металла шва, возникающее в интервале от температуры конца кристаллизации до температуры солидус.
2. Хрупкое межкристаллитное разрушение металла шва, возникающее в интервале температур от 300<sup>0</sup>С до полного остывания металла.
3. Хрупкое межкристаллитное разрушение металла шва и околошовной зоны, возникающее в интервале от температуры кристаллизации до полного остывания металла.

**14. Какие факторы определяют склонность металла к образованию горячих трещин?**

1. Запас пластичности металла шва в температурном интервале хрупкости.
2. Пластичность металла в интервале от температуры плавления до температуры неравновесного солидуса при кристаллизации.
3. Коэффициенты объемного расширения в температурном интервале кристаллизации металла шва.

**15. Какие факторы определяют склонность металла к образованию горячих трещин?**

1. Величина объемной усадки в температурном интервале кристаллизации металла шва.
2. Пластичность металла в интервале от температуры плавления до температуры неравновесного солидуса при кристаллизации.
7. Коэффициенты объемного расширения в температурном интервале кристаллизации металла шва.

**16. Как за счет технологии сварки можно предупредить образование горячих трещин?**

1. Использованием сварочных материалов с высоким содержанием углерода, серы, ванадия, титана; уменьшением числа проходов за счет сварки с глубоким проплавлением, увеличением амплитуды поперечных колебаний электрода при сварке.
2. Выбором оптимальной формы разделки кромок, снижением погонной энергии, применением специальных методов воздействия на кристаллизирующийся металл (электромагнитное перемешивание, импульсно-дуговая сварка)
3. Применением узкой разделки кромок, увеличением погонной энергии, проведением термической обработки после сварки.

**17. Укажите правильную характеристику понятия “холодные трещины”?**

1. Межкристаллитное или внутрикристаллитное разрушение металла сварных соединений, наблюдаемое при отрицательных (ниже  $-4^{\circ}\text{C}$ ) температурах.
2. Межкристаллитное или внутрикристаллитное разрушение металла сварных соединений с блестящей поверхностью излома, наблюдаемое после полного его охлаждения.
3. Внутрикристаллитное разрушение металла сварных соединений, наблюдаемое после испытаний на растяжение при нормальной температуре.

**18. Какими технологическими мерами можно предупредить образование холодных трещин?**

1. Использованием сварочных материалов с высоким содержанием углерода, серы, ванадия, титана; уменьшением числа проходов за счет сварки с глубоким проплавлением, увеличением амплитуды поперечных колебаний электрода при сварке.
2. Предварительным и сопутствующим подогревом, снижением содержания водорода в сварном соединении, применением отпуска после сварки.
3. Предварительным и сопутствующим охлаждением, увеличением содержания азота в сварном соединении, применением закалки после сварки.

**19. Какие структурные составляющие вызывают охрупчивание сварных соединений теплоустойчивых сталей?**

1. Мартенсит, троостит.
2. Сорбит, бейнит.
3. Низкоуглеродистый феррит.

**20. Какой процесс вызывает образование холодных трещин в сварных соединениях перлитных и мартенситных сталей?**

1. Скопление неметаллических включений в элементах микроструктуры стали.
2. Сегрегация примесей на границах аустенитных зерен при  $200-400^{\circ}\text{C}$ .
3. Мартенситное превращение аустенита в сварном шве и околошовной зоне.

**21. Допускается ли длительный перерыв в процессе сварки низколегированных теплоустойчивых сталей перлитного и мартенситно-ферритного классов?**

1. Допускается при положительной температуре окружающей среды.
2. Не допускается.
3. Допускается при выполнении сварки в помещении цеха.

## **22. Какие стали называются теплоустойчивыми?**

1. Стали, которые не подвергаются коррозии при высокой температуре.
2. Стали, которые способны выдержать длительные механические воздействия при высокой температуре.

**Лабораторная работа №2** Механические свойства зоны термического влияния сварного соединения

**Лабораторная работа №3** Оценка чувствительности сталей к образованию холодных трещин. Валикова проба

Лабораторные работы выполняются в соответствии с разработанными методическими указаниями.

### **ФОС ТК-3**

#### **Типовые тестовые вопросы**

#### **1. Для титановых сплавов характерны:**

1. высокая коррозионная стойкость в ненапряженном состоянии, высокая пластичность, высокая химическая активность;
1. низкая коррозионная стойкость в ненапряженном состоянии, высокая пластичность, высокая химическая активность;
2. высокая коррозионная стойкость в ненапряженном состоянии, высокая пластичность, низкая химическая активность.

#### **2. Удельный вес титана составляет:**

1. 7,8 г/см<sup>3</sup>
2. 4,5 г/см<sup>3</sup>
3. 12,3 г/см<sup>3</sup>

#### **3. Положение точки полиморфизма титана можно изменить введением Р-стабилизаторов и а-стабилизаторов. К а-стабилизаторам титана относятся:**

1. Mo, V, Mn, Si, Cr;
2. Nb, Ni, Cu, Co;
3. Al, N, O.

#### **4. Титановые сплавы марок ВТ-6, ВТ-14, ВТ-22, ВТ-8 относятся к:**

1. а- сплавам с малым коэффициентом легирования;
2. (а+Р)- сплавам со средним коэффициентом легирования;
3. Р- сплавам с максимальным коэффициентом легирования.

#### **5. Снижение внутренних напряжений и выравнивание химического состава по сечению в титановых сплавах достигается:**

1. при отжиге;
2. при старении;
3. при закалке.

#### **6. В зависимости от количества вводимых элементов и их типа титановые сплавы классифицируют на:**

1. а- и Р- сплавы;
2. псевдо- а- и псевдо- Р- сплавы;
3. а- сплавы, а- и Р-сплавы, Р-сплавы, псевдо- а- сплавы, псевдо- Р- сплавы.

#### **7. При большой степени переохлаждения титановых сплавов образуется:**

1. мартенсит.
2. аустенит.
3. перлит.

#### **8. Полиморфное превращение алюминия наступает при температуре:**

1. 882°С

2. 1100°C
3. Алюминий не обладает полиморфизмом.
- 9. Какое вещество обладает большей коррозионной стойкостью?**
  1. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
  2. Алюминий.
  3. Al и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> обладают одинаковой коррозионной стойкостью.
- 10. Получение однородного твердого раствора алюминия пересыщенного медью достигается:**
  1. отжигом;
  2. закалкой;
  3. старением.
- 11. Для алюминиевых сплавов характерны:**
  1. высокая коррозионная стойкость в ненапряженном состоянии, низкая электропроводность, высокая химическая активность;
  2. высокая пластичность, высокие теплопроводность и электропроводность;
  3. низкий уровень жаропрочности, низкая химическая активность, низкая пластичность.
- 12. Удельный вес алюминия составляет:**
  1. 7,8 г/см<sup>3</sup>
  2. 4,5 г/см<sup>3</sup>
  3. 2,7 г/см<sup>3</sup>
- 13. Температура плавления алюминия составляет:**
  1. 1083°C
  2. 660° 3.1200°C
- 14. Температура плавления Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> составляет:**
  1. 1820°C.
  2. 660°C.
  3. 1200°C.
- 15. Получение однородного твердого раствора алюминия пересыщенного медью достигается**
  1. отжигом.
  2. закалкой.
  3. старением.
- 16. Старение при температуре 20°C называется...**
  1. искусственным.
  2. механическим.
  3. естественным.
- 17. Зона Гинье-Престона в алюминиевых сплавах - это зона, обогащенная...**
  1. медью;
  2. алюминием;
  3. магнием.
- ВОПРОС 8**
- 18. Температура плавления титана составляет:**
  1. 1083°C.
  2. 1620°C.
  3. 1200°C.
- 19. Основные легирующие элементы алюминия следующие:**
  1. Cu, Mg, Mn, Zn, Li, Ti, Fe
  2. Mo, Cr, O<sub>2</sub>, Nb
  3. N, Cr, S, P
- 20. Что позволяет восстановить обработка Al-сплавов «на возврат»?**
  1. Прочность материала.
  2. Пластичность материала.

3. Вязкость материала.

**21. К какой группе алюминиевых сплавов относятся марки сплавов: АК1; АК4; АК8; АК12?**

1. Деформируемые, группа дуралюминов.
2. Деформируемые, сплавы дляковки и штамповки
3. Литейные сплавы.

**22. Какой химический элемент является важнейшим легирующим элементом в дуралюминах?**

1. Марганец.
2. Медь.
3. Цинк.

**23. К какой группе титановых сплавов относятся следующие марки сплавов: ВТ5-Л; ВТ6-Л; ВТ9-Л?**

1. Сплавы повышенной пластичности.
2. Жаропрочные сплавы.
3. Литейные сплавы.

**24. Назовите особенности титановых сталей, осложняющие их сварку.**

1. Высокая пластичность.
2. Высокая химическая активность.
3. Высокая температура плавления.

**25. К какой системе относятся дуралюмины?**

1. Al - Zn
2. Al - Cu
3. Al - Mg
4. Al - Si

**26. Укажите марки алюминиевых сплавов**

1. Д16, Д19.
2. АЛ20, АЛ2.
3. Все ответы правильные.
4. АК6, АК8.

#### **Лабораторная работа №4 Термическая обработка алюминиевых сплавов**

Лабораторные работы выполняются в соответствии с разработанными методическими указаниями.

#### **ФОС ТК-4**

##### **Типовые тестовые вопросы**

**1. Укажите, какие виды покрытий на металлах и сплавах относятся к напыленным?**

- 1) Химические, гальванические (электрохимические).
- 2) Диффузионные, гальванические.
- 3) Газотермические, вакуумные (конденсационные).

**2. Укажите, какие виды покрытий на металлах и сплавах относятся к покрытиям, создаваемым изменением химического состава поверхности?**

- 1) Газотермические.
- 2) Диффузионные.
- 3) Гальванические.

**3. Какой из перечисленных ниже видов нанесения покрытий позволяет наносить покрытия на изделия неограниченных размеров?**

- 1) Газотермический.
- 2) Диффузионный.
- 3) Гальванический (электрохимический).

- 4. Какие из перечисленных ниже методов газотермического нанесения покрытий относятся к газовым?**
- 1) Плазменный.
  - 2) Детонационный.
  - 3) Электродуговая металлизация.
- 5. Какие из перечисленных ниже методов газотермического нанесения покрытий относятся к газовым?**
- 1) Плазменный.
  - 2) Газопламенный.
  - 3) Электродуговая металлизация.
- 6. Какие из перечисленных ниже методов газотермического нанесения покрытий относятся к электрическим?**
- 1) Детонационный
  - 2) Газоплазменный.
  - 3) Плазменный
- 7. Какие из перечисленных ниже методов газотермического нанесения покрытий относятся к электрическим?**
- 1) Детонационный.
  - 2) Газоплазменный.
  - 3) Электродуговая металлизация.
- 8. Что снижает фактическую прочность сцепления накаливаемых покрытий с поверхностью изделия?**
1. Дефектность межфазной границы, остаточные напряжения в покрытии
  2. Неблагоприятная структура покрытия
  3. Неблагоприятный фазовый состав
- 9. От чего зависит номинальная площадь поверхности изделия, на которую наносят покрытие?**
1. Технологического процесса напыления
  2. Шероховатости поверхности напыления
  3. От давления, развивающегося при ударе накаляемых частиц о поверхность
- 10. От чего зависит уровень остаточных напряжений в покрытии?**
1. От шероховатости поверхности
  2. От различия коэффициентов линейного расширения покрытия и материала изделия
  3. От различия температур покрытия и материала изделия
  4. Перечисленное в 2, 3
  5. От длительности удара частиц накаляемого материала о поверхность изделия
- 11. Какое из нижеперечисленных покрытий обладает наибольшей прочностью сцепления с материалом основы?**
1. Плазменное
  2. Газопламенное
  3. Детонационное
- 12. Какое из нижеперечисленных покрытий обладает наименьшей пористостью?**
1. Плазменное
  2. Газопламенное
  3. Детонационное
- 13. К каким методам воздействия на поверхность изделия перед накаливанием относят струйно-абразивную обработку?**
1. Физическим.
  2. Механическим.
  3. Химическим.
- 14. К каким методам воздействия на поверхность изделия перед напылением относят обработку подогревом?**

1. Физическим
2. Механическим
3. Химическим.
4. Термическим

**15. В зависимости от какого параметра классифицируют степень вакуума в вакуумных установках?**

1. От количества остаточного воздуха;
2. От длины свободного пробега атома;
3. От расстояния между источником напыляемого вещества (испарителя) и поверхностью изделия.

## **ФОС ТК-5**

### **Типовые тестовые вопросы**

**1. Укажите, какие из нижеперечисленных характеристик порошковых материалов отражают физические свойства порошков.**

1. Форма.
2. Гранулометрический состав.
3. Насыпная плотность.
4. Уплотняемость.
5. Перечисленное в 1,2.
6. Перечисленное в 3,4.

**2. Продолжите фразу: “Композиционный порошок - порошок, у которого каждая частица состоит из .....**

1. макрообъемов нескольких компонентов, отличающихся по химическому составу и идентичных по качественному составу всем остальным;
2. равномерно распределенных фаз, не взаимодействующих активно с матрицей и заметно не распространяющихся в ней вплоть до температуры ее плавления;
3. нескольких компонентов, равномерно распределенных по объему частицы.

**3. По конструкции частиц композиционные порошки подразделяют на:**

1. конгломерированные и плакированные;
2. спеченные и осажденные;
3. восстановленные и смешанные.
4. **Укажите составы порошков, пригодные для использования в качестве коррозионно-стойких покрытий.**

1. WC-Co, Ni, Al, ZrO<sub>2</sub>.
2. MCrAlY, NiAl, NiCr.
3. ZrO<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

**5. Какова степень ионизации частиц при ионно-плазменном напылении?**

1. 0,01 - 1,2%
2. 30 - 50%
3. 20 - 90%

**6. Какую температуру должна иметь поверхность изделия, чтобы на ней протекала реакция осаждения покрытия из парагафазовой фазы?**

1. 1. 20°C
2. 200 - 2000°C
3. 0 - 20°C

**7. Что называется длиной свободного пробега атомов?**

1. Расстояние между источником напыляемого вещества (испарителя) и поверхностью изделия
2. Расстояние, которое проходит атом между двумя последовательными столкновениями
3. Расстояние между анодом и катодом в вакуумной установке
8. **Как классифицируются способы вакуумного напыления в зависимости от**



### **взаимодействия напыляемых частиц с остаточными газами?**

1. Напыление в активной и инертной разреженных средах
2. Напыление при высоком, а низком среднем вакууме
3. Напыление в среде аргона, азота, CO<sub>2</sub>
9. **Что такое удельная мощность распылителя вакуумной установки?**
  1. Энергия, затрачиваемая на создание потока частиц заданной плотности
  2. Энергия, затрачиваемая на распыление единицы объема вещества
  3. Энергия, затрачиваемая на распыление единицы площади вещества
10. **При каком способе вакуумного напыления температура распыляемого материала играет решающее значение для получения качественных покрытий?**
  1. При взрывном испарении - распылении.
  2. При термическом испарении.
  3. При ионном распылении.

**Лабораторная работа №5** Плазменные и детонационные покрытия

**Лабораторная работа №6** Жаростойкие вакуумные покрытия

Лабораторные работы выполняются в соответствии с разработанными методическими указаниями.

### **3.2. Оценочные средства для промежуточного контроля**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации (ФОС ПА) является составной частью РП дисциплины, разработан в виде отдельного документа, в соответствии с положением о ФОС ПА.

По итогам освоения дисциплины проведение зачета проводится в два этапа: тестирование и письменного задания.

Первый этап проводится в виде тестирования.

Тестирование ставит целью оценить пороговый уровень освоения обучающимися заданных результатов, а также знаний и умений, предусмотренных компетенциями.

Для оценки превосходного и продвинутого уровня усвоения компетенций проводится Второй этап в виде письменного задания, в которое входит письменный ответ на контрольные вопросы.

**Пример тестовых вопросов для проведения первого уровня ПА:**

#### **1. Основные легирующие элементы алюминия следующие:**

1. Cu, Mg, Mn, Zn, Li, Ti, Fe
2. Mo, Cr, O<sub>2</sub>, Nb
3. N, Cr, S, P

#### **2. Что позволяет восстановить обработка Al-сплавов «на возврат»?**

1. Прочность материала.
2. Пластичность материала.
3. Вязкость материала.

#### **3. К какой группе алюминиевых сплавов относятся марки сплавов: АК1; АК4; АК8; АК12?**

1. Деформируемые, группа дуралюминов.
2. Деформируемые, сплавы дляковки и штамповки
3. Литейные сплавы.

#### **4. Какой химический элемент является важнейшим легирующим элементом в дуралюминах?**

1. Марганец.
2. Медь.
3. Цинк.

#### **5. Назовите особенности титановых сталей, осложняющие их сварку.**

1. Высокая пластичность.

2. Высокая химическая активность.
3. Высокая температура плавления.

**Пример контрольных вопросы для сдачи зачета (ФОС ПА-1):**

1. Какова роль атомного строения металлов в получении прочных сварных соединений при сварке давлением?
2. Какова роль прочности связи между атомами в получении прочных сварных соединений при сварке давлением?
3. Расположите в ряд по мере возрастания прочности следующие типы связи между атомами: ионная, металлическая, ковалентная, физическая.
4. Охарактеризуйте металлические кристаллы. Объясните взаимосвязь свойств металлических кристаллов и особенностей металлической связи.
5. Какова роль типа кристаллической решетки металла в получении прочного сварного соединения?
6. Какие модификации железа образуются в стали при ее нагреве до температуры плавления и охлаждении по термическому циклу сварки?
7. Как влияет на пластическую деформацию металлов дефектность кристаллической решетки?
8. В чем состоит роль поверхностной энергии металлов при создании сварного соединения?
9. Каковы основные трудности при сварке разнородных металлов?
10. Что такое металлургическая совместимость (свариваемость)?

**Пример контрольных вопросов для сдачи экзамена (ФОС ПА-2):**

1. Какие свойства характерны для титановых сплавов?
2. Как можно изменить положение точки полиморфного превращения титана?
3. Как классифицируют титановые сплавы?
4. Какую термическую обработку проводят для титановых сплавов?
5. Какие изменения вызывает старение в свойствах титановых сплавов и почему?
6. Назовите основные легирующие элементы для титановых сплавов.
7. Какие классы титановых сплавов находят наибольшее применение в промышленности и почему?
8. Назовите особенности титановых сталей, осложняющие их сварку.
9. Опишите основные свойства чистого алюминия.
10. Дайте классификацию алюминиевых сплавов в соответствии с диаграммой алюминий-медь.

**3.3. Форма и организация промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

По итогам освоения дисциплины проводится зачет и экзамен в виде письменного задания, состоящего из двух этапов.

**Первый этап** проводится в виде тестирования с целью оценить **пороговый уровень** освоения обучающимися заданных результатов, а также знаний и умений, предусмотренных компетенциями.

Для оценки **превосходного и продвинутого уровня** усвоения компетенций проводится **Второй этап** в виде письменного задания, в которое входит письменный ответ на вопросы.

**3.4. Критерии оценки промежуточной аттестации**

Таблица 8

**Система оценки промежуточной аттестации**

Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций	Выражение в баллах:	Словесное выражение
---	---------------------	---------------------

Освоен <b>превосходный</b> уровень усвоения компетенций	от 86 до 100	Отлично (зачтено)
Освоен <b>продвинутый</b> уровень усвоения компетенций	от 71 до 85	Хорошо (зачтено)
Освоен <b>пороговый</b> уровень усвоения компетенций	от 51 до 70	Удовлетворительно (зачтено)
<b>Не освоен пороговый</b> уровень усвоения компетенций	до 51	Неудовлетворительно (не зачтено)

## РАЗДЕЛ 4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 4.1. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

#### 4.1.1. Основная литература

1. Ильинкова, Т.А. Материалы и их поведение при сварке. [Электронный ресурс]: учебное пособие / Татьяна Александровна Ильинкова; Казань, 2017. - 188 с. \_ Режим доступа: <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-3046/973.pdf/index.html>

2. Зорин Н.Е., Зорин Е.Е. Материаловедение сварки. Сварка плавлением. [Электронный ресурс]. - СПб: Лань, 2017. 1- 64 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/90859/#1>

#### 4.1.2. Дополнительная литература:

1. Материалы и их технологии. В 2 ч. Ч. 1. [Электронный ресурс]: учебник / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе; Под ред. В.А. Горохова. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 589 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=446097>

2. Сварка труб из полимерных материалов. [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Казань: Максимов В.К., Черноглазова А.В., Сударев Ю.И., Куртаева Ф.Н., Горбунов А.В. – Казань: КГТУ, 2013. - 136 с. – Режим доступа: <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2495/570.pdf/index.html>

#### 4.1.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Горохов В.А., Беляков Н.В., Схиртладзе А.Г. Материалы и их технологии [Электронный ресурс]. Часть 1. — Электрон, дан.— М.: Новое знание, 2014. 589 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/49450/#1>

2. Электронный курс «Материалы и их поведение при сварке» в структуре электронного университета (Black Board)

Режим доступа:

[https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content\\_id= 287265\\_1&course\\_id= 14036\\_1](https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id= 287265_1&course_id= 14036_1)

#### 4.1.4. Методические рекомендации для студентов, в том числе по выполнению самостоятельной работы.

Успешное освоение и сдача зачета по данной дисциплине обеспечивается прослушиванием и проработкой лекционного материала, закреплением его выполнением самостоятельной работы по каждой теме.

Выполнение лабораторного практикума и активное участие в выполнении эксперимента на лабораторной работе позволит лучше усвоить теоретический материал дисциплины.

Использование электронного конспекта лекций преподавателя, работа с контрольными вопросами, тестами, решение задач по выбору материала обеспечит превосходный уровень усвояемости дисциплины.

#### 4.1.5. Методические рекомендации для преподавателей

Чтение лекций рекомендуется проводить с презентацией лекционного материала,

т.к. создание красочных слайдов для презентации играет важную роль для успешного усвоения материала студентом.

Задание тем на самостоятельную работу рекомендуется осуществлять в процессе чтения лекций.

Главная цель выполнения лабораторных работ - закрепление знаний теоретических положений. Поэтому в начале лабораторной работы преподаватель должен повторить краткие сведения из теории и объяснить цели и задачи экспериментальной части работы. В ходе проведения практической части работы преподаватель должен объяснять выполняемые действия и при необходимости помогать выполнению эксперимента.

В конце работы преподаватель должен помочь студентам в формулировании выводов к проделанной работе. Выводы должны содержать описание выявленных закономерностей, а не описывать проделанную работу.

## **4.2. Информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **4.2.1 Основное информационное обеспечение**

- e-library.kai.ru – Библиотека Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева
- [elibrary.ru](http://elibrary.ru) – Научная электронная библиотека
- e.lanbook.ru - ЭБС «Издательство «Лань»
- ibook.ru - Электронно-библиотечная система Айбукс
- : <http://znanium.com>

### **4.2.2 Дополнительное справочное обеспечение**

Не требуется

### **4.2.3 Перечень информационных технологий, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

- Microsoft® Windows Professional 7 Russian,
- Microsoft® Office Professional Plus 2010 Russian,
- антивирусная программа Kaspersky Endpoint Security 8,
- Apache OpenOffice,
- Professionalgroup интерактивные лабораторные работы,
- Техэксперт.

## **4.3 Кадровое обеспечение**

### **4.3.1. Базовое образование**

Высшее образование в предметной области материаловедения, материалов и их поведения при сварке и /или наличие ученой степени и /или ученого звания в указанной области и /или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в области материаловедения, материалов и их поведения при сварке.

### **4.3.2. Профессионально-предметная квалификация преподавателей**

Наличие научных и /или методических работ по организации или методическому обеспечению образовательной деятельности по направлению материаловедения, материалов и их поведения при сварке, выполненных в течение трех последних лет.

### **4.3.3. Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей**

К ведению дисциплины допускаются кадры, имеющие стаж научно-педагогической работы (не менее 1 года); практический опыт работы в области материалов и их поведения при сварке на должностях руководителей или ведущих специалистов более 3 последних лет.

Обязательное прохождение повышения квалификации (стажировки) не реже чем один раз в три года соответствующее области материалов и их поведения при сварке, либо в области педагогики.

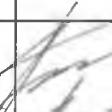









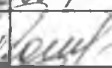
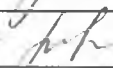
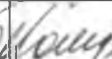
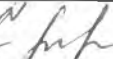
## **4.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины**



		- стол преподавателя; - учебно – наглядные пособия.	1
1-5	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (К. 108)	- учебные столы, стулья; - доска; - стол преподавателя; - учебно – наглядные пособия.	8:16 1 1
	Помещение для самостоятельной работы студента (Л. 112)	- персональный компьютер; - ЖК монитор 19"; - столы компьютерные; - учебные столы , стулья. .	9 9 9 8:25

## 5. Вносимые изменения и утверждения

### 5.1. Лист регистрации изменений, вносимых в рабочую программу дисциплины (модуля)

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. кафедрой	«Согласовано» председатель УМК филиала
1	2	3	4	5	6
1.	титульный лист	09.01.18	Наименование кафедры читать в следующей редакции: Кафедра машиностроения и информационных технологий		
2.	4.2.1	01.10.2018	Дополнить: Электронная библиотечная система «ЮРАЙТ»		
3.	титульный лист	31.01.2019	Изменение наименования учредителя университета. В соответствии с утверждением устава федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» в новой редакции (Приказ № 1042 от 26.11.2018) наименование «Министерство образования и науки Российской Федерации» читать как «Министерство науки и высшего образования Российской Федерации»		
4.	Стр.2	01.07.2019	Первый абзац читать в следующей редакции «Рабочая программа составлена на основе требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 3 сентября 2015 г. № 957 и в соответствии с рабочим учебным планом направления 15.03.01, утвержденным Ученым советом КНИТУ-КАИ «01» июля 2019 г., протокол №6.		
5.	1.4	01.07.2019	Таблицы 1а и 1б читать в редакции Приложения 1		
6.	2.1	01.07.2019	Таблицы 3а и 3б читать в редакции Приложения 2		
7.	4.2.1	04.09.2019	Исключить: ibook.ru - Электронно-библиотечная система Айбукс		

## Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Семестр	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час	Виды учебной работы											
		<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (аудиторная работа), в т.ч.:</i>					<i>Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа), в т.ч.:</i>						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультации, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)	Курсовой проект (подготовка)	Проработка учебного материала (самоподготовка)	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации
5	23Е/72	16	16	-	-	-	-	0,3	-	-	39,7	-	зачёт
6	33Е/108	12	12	12	-	2	0,3	-	-	48	33,7	экзамен	
<b>Итого</b>	<b>53Е/180</b>	<b>28</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>0,6</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>87,7</b>	<b>33,7</b>		

Таблица 1.1, б

## Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Семестр	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час	Виды учебной работы											
		<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (аудиторная работа), в т.ч.:</i>					<i>Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа), в т.ч.:</i>						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультации, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)	Курсовой проект (подготовка)	Проработка учебного материала (самоподготовка)	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации
2	23Е/72	6	4	4	-	-	-	0,3	-	-	54	3,7	зачёт
3	33Е/108	4	4	4	-	-	2	0,3	-	-	87	6,7	экзамен
<b>Итого</b>	<b>53Е/180</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>0,6</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>141</b>	<b>10,4</b>	



## Распределение фонда времени по видам занятий (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу				Коды компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
			Лекции	Лаб. раб.	Пр. зан.	Сам. раб.		
<b>5 семестр</b>								
<b>Раздел 1. Стали и их поведение при сварке</b>							<b>ФОС ТК-1</b>	
1	Тема 1.1	5	1	-	-	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
2	Тема 1.2	5	1	-	-	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
3	Тема 1.3	6	2	-	-	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
4	Тема 1.4	8	2	4	-	2	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
5	Тема 1.5	10	2	4	-	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
<b>Раздел 2. Свариваемость металлов и сплавов. Механизм образования трещин. Термическая обработка сварных соединений</b>							<b>ФОС ТК-2</b>	
6	Тема 2.1	6	2	-	-	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
7	Тема 2.2.	10	2	4	-	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
8	Тема 2.3.	12	2	4	-	6	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
9.	Тема 2.4	6,7	1	-	-	5,7	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
10.	Тема 2.5	3	1	-	-	2	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
Контактная работа на промежуточной аттестации (зачёт)		0,3					ПК-17; ПК-18	ФОС ПА-1
<b>Всего за семестр:</b>		72	16	16	-	39,7		
<b>6 семестр</b>								
<b>Раздел 3. Цветные сплавы, керамика и их поведение при сварке</b>							<b>ФОС ТК-3</b>	
1	Тема 3.1.	8	2	-	2	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
2	Тема 3.2.	12	2	-	2	8	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
3	Тема 3.3.	8	2	-	2	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
<b>Раздел 4. Защитные покрытия.</b>							<b>ФОС ТК-4</b>	
4	Тема 4.1	8	2	-	2	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
5	Тема 4.2	8	2	-	2	4	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
<b>Раздел 5. Напыления. Виды и особенности.</b>							<b>ФОС ТК-5</b>	
6	Тема 5.1	12	1	-	1	10	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
7	Тема 5.2.	16	1	-	1	14	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль

Подготовка к промежуточной аттестации	33,7				33,7	ПК-17; ПК-18	ФОС ПА-2
Контактная работа на промежуточной аттестации (экзамен)	2,3					ПК-17; ПК-18	ФОС ПА-2
Всего за семестр	108	12	-	12	81,7		
ИТОГО:	180	28	16	12	121,4		

Таблица 36

### Распределение фонда времени по видам занятий (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу				Коды компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
			Лекции	Лаб. раб.	Пр. зан.	Сам. раб.		
<b>5 семестр</b>								
<b>Раздел 1. Стали и их поведение при сварке</b>							<b>ФОС ТК-1</b>	
1	Тема 1.1	5,5	0,5	-	-	5	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
2	Тема 1.2	5,5	0,5	-	-	5	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
3	Тема 1.3	5,5	0,5	-	-	5	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
4	Тема 1.4	9,5	0,5	-	4	5	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
5	Тема 1.5	9,5	0,5	4	-	5	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
<b>Раздел 2. Свариваемость металлов и сплавов. Механизм образования трещин. Термическая обработка сварных соединений</b>							<b>ФОС ТК-2</b>	
6	Тема 2.1	5,5	0,5	-	-	5	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
7	Тема 2.2.	5,5	0,5	-	-	5	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
8	Тема 2.3.	6,5	0,5	-	-	6	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
9.	Тема 2.4	7,5	1	-	-	6,5	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
10.	Тема 2.5	7,5	1	-	-	6,5	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
Подготовка к промежуточной аттестации		3,7				3,7	ПК-17; ПК-18	ФОС ПА-1
Контактная работа на промежуточной аттестации (зачёт)		0,3					ПК-17; ПК-18	ФОС ПА-1
Всего за семестр:		72	6	4	4	57,7		
<b>6 семестр</b>								
<b>Раздел 3. Цветные сплавы, керамика и их поведение при сварке</b>							<b>ФОС ТК-3</b>	
1	Тема 3.1.	15	1	-	2	12	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
2	Тема 3.2.	16,5	0,5	4	-	12	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
3	Тема 3.3.	14,5	0,5	-	2	12	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
<b>Раздел 4. Защитные покрытия.</b>							<b>ФОС ТК-4</b>	

4	Тема 4.1	12,5	0,5	-	-	12	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
5	Тема 4.2	13,5	0,5	-	-	13	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
<b>Раздел 5. Напыления. Виды и особенности.</b>								ФОС ТК-5
6	Тема 5.1	13,5	0,5	-	-	13	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
7	Тема 5.2.	13,5	0,5	-	-	13	ПК-17; ПК-18	Текущий контроль
Подготовка к промежуточной аттестации		6,7				6,7	ПК-17; ПК-18	ФОС ПА-2
Контактная работа на промежуточной аттестации (экзамен)		2,3					ПК-17; ПК-18	ФОС ПА-2
Всего за семестр		108	4	4	4	93,7		
<b>ИТОГО:</b>		<b>180</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>151,4</b>		

**5.2. Лист утверждения рабочей программы дисциплины (модуля) на учебный год**

Рабочая программа дисциплины (модуля) утверждена на ведение учебного процесса в учебном году:

Учебный год	«Согласовано» Зав. кафедрой	«Согласовано» председатель УМК филиала
2017/2018		
2018/2019		
2019/2020		
2020/2021		
2021/2022		
2022/2023		
2023/2024		
2024/2025		