

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шамсутдинов Расим Адегамович

Должность: Директор ЛФ КНИТУ-КАИ

Дата подписания: 27.08.2025 14:14:15

Уникальный идентификатор документа:

d31c25eab5d6fbb86c50e07e644f4907290851c991d109066750838611114

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

« 01 »

Регистрационный номер 0428:08/17-63



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

«Сварочные процессы и оборудование»

Индекс по учебному плану: **Б1.В.06**

Направление подготовки: **15.03.01 Машиностроение**

Квалификация: **бакалавр**

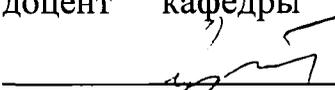
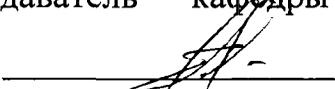
Направленность (профиль) программы: **Оборудование и технология сварочного производства**

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

Лениногорск 2017 г.

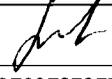
Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана на основе требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «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) разработали:

доцент кафедры технологии машиностроения и приборостроения
 Лустин А.Д.,
 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 изучения дисциплины является усвоение широкого круга вопросов, относящихся к теории процессов, происходящих при сварке, обобщение их в стройную систему теоретических знаний, базирующихся на последних достижениях сварочной науки и производства, привитие студентам умений качественного и количественного анализа изучаемых процессов.

1.2. Задачи дисциплины (модуля)

Задачи изучения дисциплины «Сварочные процессы и оборудование»:

- получение знаний по истории развития теоретических основ сварки;
- получение знаний об источниках сварочного нагрева и оборудовании его обеспечивающих, тепловых процессах при сварке;
- приобретение умений по составлению типового баланса энергии сварочного процесса, расчёту температурных полей при сварке;
- приобретение навыков по экспериментальному исследованию основных сварочных процессов с использованием, в частности, компьютерной техники, по пользованию лабораторными приборами и оборудованием.

1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО

Дисциплина «Сварочные процессы и оборудование» входит в состав вариативной части Блока 1 Дисциплины (модули).

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

Компетенция: ПК-13

Предшествующие дисциплины: Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности.

Дисциплины, изучаемые одновременно: Технология и оборудование для сварки машиностроительных конструкций; Технология и оборудование сварки плавлением и давлением

Последующие дисциплины: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

Компетенция: ПК-15.

Предшествующие дисциплины: Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности.

Дисциплины, изучаемые одновременно: нет.

Последующие дисциплины: Диагностика и обеспечение безопасности технологических процессов и оборудования; Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

Компетенция: ПК-16.

Предшествующие дисциплины: Экология; Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности.

Дисциплины, изучаемые одновременно: Безопасность жизнедеятельности;

Последующие дисциплины: 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		Семестр			
	в час	в ЗЕ	5		6	
			в час	в ЗЕ	в час	в ЗЕ
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	216	6	108	3	108	3
<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторные занятия)</i>	<i>64</i>	<i>1,78</i>	<i>36</i>	<i>1</i>	<i>28</i>	<i>0,78</i>
Лекции	32	0,89	18	0,5	14	0,39
Практические занятия	14	0,39	-	-	14	0,39
Лабораторные работы	18	0,5	18	0,5	-	-
Самостоятельная работа студента	80	2,22	36	1	44	1,22
Проработка учебного материала	44	1,22	36	1	8	0,22
Курсовой проект	-	-	-	-	-	-
Курсовая работа	36	1	-	-	36	1
<i>Подготовка к промежуточной аттестации (экзамен)</i>	<i>72</i>	<i>2</i>	<i>36</i>	<i>1</i>	<i>36</i>	<i>1</i>
Промежуточная аттестация			Экзамен		Экзамен	

Таблица 1б

Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестр			
	в час	в ЗЕ	7		8	
			в час	в ЗЕ	в час	в ЗЕ
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	216	6	108	3	108	3
<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторные занятия)</i>	<i>38</i>	<i>1</i>	<i>24</i>	<i>0,6</i>	<i>14</i>	<i>0,4</i>
Лекции	18	0,5	12	0,3	6	0,2
Практические занятия	12	0,3	4	0,1	8	0,2
Лабораторные работы	8	0,2	8	0,2	-	-
Самостоятельная работа студента	160	4,44	75	2,08	85	2,36
Проработка учебного материала	108	3	59	1,64	49	1,36
Курсовой проект	-	-	-	-		
Курсовая работа	36	1			36	1
Контрольная работа	16	0,44	16	0,44		
<i>Подготовка к промежуточной аттестации (зачету/экзамену)</i>	<i>18</i>	<i>0,6</i>	<i>9</i>	<i>0,3</i>	<i>9</i>	<i>0,3</i>
Промежуточная аттестация			Экзамен		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
ПК-13 - способность обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умение осваивать вводимое оборудование			
Знание (ПК-13З) знать: - источники нагрева для сварки и оборудование для его обеспечения; - основные критерии технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования.	Знает источники и схемы нагреваемого тела. Новые технологические процессы и оборудование машиностроительного и строительного-монтажного производства.	Знает методику расчета температурного поля. Применяет расчетные методики определения остаточного ресурса технологического оборудования.	Знает анализ и методику расчета и построения соответствующих диаграмм. Предлагает усовершенствование процессов эксплуатации технологического оборудования.
Умение (ПК-13У) уметь: - оснащать рабочие места и осваивать сварочное оборудование; - проверять техническое состояние и остаточный ресурс сварочного технологического оборудования.	Умеет работать с нормативными документами по оснащению сварочного поста, проверяет техническое состояние сварочного технологического оборудования.	Умеет определять экспериментально и расчетным путем основные энергетические характеристики сварочных источников; проверять остаточный ресурс технологического оборудования.	Умеет грамотно расставлять оборудование на сварочном посту; определять механические свойства сварочных материалов и сварных соединений, а также основные характеристики структуры.
Владение (ПК-13В) владеть: - навыками по выбору сварочного оборудования для различных сварочных процессов; - навыками по организации профилактического осмотра и текущего ремонта оборудования.	Владеет навыками по выбору сварочного оборудования и навыками по организации профилактического осмотра и текущего ремонта оборудования для ручной дуговой сварки	Владеет навыками по выбору сварочного оборудования и навыками по организации профилактического осмотра и текущего ремонта оборудования для ручной дуговой и механизированной сварки	Владеет навыками по выбору сварочного оборудования и навыками по организации профилактического осмотра и текущего ремонта оборудования для ручной дуговой, механизированной и автоматической сварки
ПК-15 - умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования.			
Знание (ПК-15З) - методику экспериментальной проверки характеристики наиболее распространенных видов сварочного оборудования	Знает методику экспериментальной проверки характеристики сварочного оборудования для ручной дуговой сварки	Знает методику экспериментальной проверки характеристики сварочного оборудования для ручной дуговой и механизированной сварки	Знает методику экспериментальной проверки характеристики сварочного оборудования для ручной дуговой, механизированной и автоматической сварки

Умение (ПК-15У) - выполнять экспериментальную проверку характеристик наиболее распространенных видов сварочного оборудования	Выполняет экспериментальную проверку характеристик сварочного оборудования для ручной дуговой сварки	Выполняет экспериментальную проверку характеристик сварочного оборудования для ручной дуговой и механизированной сварки	Выполняет экспериментальную проверку характеристик сварочного оборудования для ручной дуговой, механизированной и автоматической сварки
Владение (ПК-15В) - методикой составления заявок на ремонт наиболее распространенных видов сварочного оборудования	Владеет методикой составления заявок на ремонт сварочного оборудования для ручной дуговой сварки	Владеет методикой составления заявок на ремонт сварочного оборудования для ручной дуговой и механизированной сварки	Владеет методикой составления заявок на ремонт сварочного оборудования для ручной дуговой, механизированной и автоматической сварки
ПК-16 – умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ			
Знание (ПК-16З) - виды инструктажей проводимых на рабочем месте	Знает методику проведения инструктажей на рабочем месте	Осуществляет контроль за исполнением техники безопасности на рабочем месте	Знает способы снижения травматизма на рабочем месте
Умение (ПК-16У) - оказывать первую медицинскую помощь при производственных травмах	Умеет определять вид полученной на рабочем месте травмы	Умеет осуществлять первую медицинскую помощь	Умеет осуществлять обучение рабочего персонала способам оказания первой медицинской помощи
Владение (ПК-16В) - знаниями нормативных документов по экологической безопасности проводимых работ	Владеет знаниями нормативных документов по экологической безопасности сварочных работ	Владеет знаниями нормативных документов сопутствующих операций	Владеет знаниями нормативных документов сварочных и сопутствующих операций

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

2.1. Структура дисциплины (модуля) и ее трудоемкость

Общая трудоемкость дисциплины «Сварочные процессы и оборудование» составляет 6 зачетных единиц или 216 часов.

Объем часов учебной работы по формам обучения, видам занятий и самостоятельной работе представлен в таблицах в соответствии с учебным рабочим планом.

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 студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
			лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
1	<i>Раздел 1. Физические основы и классификация сварочных процессов.</i>							ФОС ТК-1
1.1	Введение. Физические основы получения сварных соединений.	4	2	-	-	2	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
1.2	Термодинамика и баланс энергии процесса сварки	12	2	4	-	6	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
1.3	Классификация сварочных процессов	6	2	-	-	4	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
2	<i>Раздел 2. Термические источники энергии для сварки. Оборудование</i>							ФОС ТК-2
2.1	Физические процессы в дуговом разряде. Классификация сварочных дуг	18	4	10	-	4	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
2.2	Термические недуговые источники энергии, процессы и оборудование	9	1	4	-	4	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
2.3	Лучевые источники энергии для сварки, процессы и оборудование	5	1	-	-	4	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
3	<i>Раздел 3. Термопрессовые и механические сварочные процессы, и оборудование</i>							ФОС ТК-3
3.1	Термопрессовые сварочные процессы. Оборудование	10	2	-	-	8	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
3.2	Механические сварочные процессы. Оборудование	8	4	-	-	4	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
Всего за семестр		72	18	18	-	36		
Экзамен		36					ПК-13; ПК-15; ПК-16	ФОС ПА-1
4	<i>Раздел 4. Основные понятия и законы в расчетах тепловых процессов при сварке</i>							ФОС ТК-4
4.1.	Основные понятия и определения	9	3	-	4	2	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
5	<i>Раздел 5. Тепловые процессы при нагреве тел источниками теплоты</i>							ФОС ТК-5

5.1	5.1. Распространение теплоты от неподвижных источников	8	3	-	4	1	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
5.2	Быстродвижущиеся источники теплоты	5	2	-	2	1	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
6	Раздел 6. Нагрев и плавление металла при сварке							ФОС ТК-6
6.1	Влияние режима сварки и теплофизических свойств металла на поле температур	7	2	-	4	1	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
6.2	Использование ЭВМ для расчетов полей температур	3	2	-	-	1	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
6.3	Экспериментальное определение температуры при сварке	4	2	-	-	2	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
	Курсовая работа:	36				36	ПК-13; ПК-15; ПК-16	ФОС ПА-3
	Всего за семестр:	72	14	-	14	44		
	Экзамен	36					ПК-13; ПК-15; ПК-16	ФОС ПА-2
	ИТОГО:	216	32	18	14	80		

Таблица 3б

Распределение фонда времени по видам занятий (заочная форма обучения)

№, п/п	Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
			лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
1	Раздел 1. Физические основы и классификация сварочных процессов.							ФОС ТК-1
1.1	Введение. Физические основы получения сварных соединений.	9	2	-	-	7	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
1.2	Термодинамика и баланс энергии процесса сварки	9	1	-	2	6	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
1.3	Классификация сварочных процессов	8	1	-	-	7	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
2	Раздел 2. Термические источники энергии для сварки. Оборудование							ФОС ТК-2
2.1	Физические процессы в дуговом разряде. Классификация сварочных дуг	12	2	4		6	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
2.2	Термические недуговые источники энергии, процессы и оборудование	12	1	4	-	7	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
2.3	Лучевые источники энергии для сварки, процессы и оборудование	8	1	-	-	7	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль

3	Раздел 3. Термопрессовые и механические сварочные процессы, и оборудование							ФОС ТК-3
3.1	Термопрессовые сварочные процессы. Оборудование	13	2	-	1	10	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
3.2	Механические сварочные процессы. Оборудование	12	2	-	1	9	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
Контрольная работа		16				16	ПК-13; ПК-15; ПК-16	
Всего за семестр		83	12	8	4	75		
Экзамен		9					ПК-13; ПК-15; ПК-16	ФОС ПА-1
4	Раздел 4. Основные понятия и законы в расчетах тепловых процессов при сварке							ФОС ТК-4
4.1.	Основные понятия и определения	13	2	-	2	9	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
5	Раздел 5. Тепловые процессы при нагреве тел источниками теплоты							ФОС ТК-5
5.1	Распространение теплоты от неподвижных источников	12	1	-	2	9	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
5.2	Быстродвижущиеся источники теплоты	12	1		2	9	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
6	Раздел 6. Нагрев и плавление металла при сварке							ФОС ТК-6
6.1	Влияние режима сварки и теплофизических свойств металла на поле температур	11	1		2	8	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
6.2	Использование ЭВМ для расчетов полей температур	7,5	0,5		-	7	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
6.3	Экспериментальное определение температуры при сварке	7,5	0,5		-	7	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
Курсовая работа		36				36		ФОС ПА-3
Всего за семестр:		63	6	-	8	85		ФОС ПА-2
Экзамен		9						
Общая трудоемкость		216	18	8	12	160		

Таблица 4

Матрица компетенций по разделам РП

Наименование раздела (тема)	Формируемые компетенции (составляющие компетенций)		
	ПК-13		
	ПК-13З	ПК-13У	ПК-13В
Раздел 1. Физические основы и классификация сварочных процессов.			
Тема 1.1. Введение. Физические основы получения сварных соединений.	+		+
Тема 1.2. Термодинамика и баланс энергии процесса сварки	+	+	
Тема 1.3. Классификация сварочных процессов	+		+

Раздел 2. Термические источники энергии для сварки. Оборудование			
Тема 2.1. Физические процессы в дуговом разряде. Классификация сварочных дуг	+		+
Тема 2.2. Термические недуговые источники энергии, процессы и оборудование	+	+	+
Тема 2.3. Лучевые источники энергии для сварки, процессы и оборудование	+	+	+
Раздел 3. Термопрессовые и механические сварочные процессы, и оборудование			
Тема 3.1. Термопрессовые сварочные процессы. Оборудование	+	+	+
Тема 3.2. Механические сварочные процессы. Оборудование	+		+
Раздел 4. Основные понятия и законы в расчетах тепловых процессов при сварке			
Тема 4.1. Основные понятия и определения	+		+
Раздел 5. Тепловые процессы при нагреве тел источниками теплоты			
Тема 5.1. Распространение теплоты от неподвижных источников	+	+	
Тема 5.2. Быстродвижущиеся источники теплоты	+	+	
Раздел 6. Нагрев и плавление металла при сварке			
Тема 6.1. Влияние режима сварки и теплофизических свойств металла на поле температур	+		+
Тема 6.2. Использование ЭВМ для расчетов полей температур	+	+	+
Тема 6.3. Экспериментальное определение температуры при сварке	+	+	+
		ПК-15	
	ПК-15З	ПК-15У	ПК-15В
Раздел 1. Физические основы и классификация сварочных процессов.			
Тема 1.1. Введение. Физические основы получения сварных соединений.	+		
Тема 1.2. Термодинамика и баланс энергии процесса сварки	+	+	
Тема 1.3. Классификация сварочных процессов	+	+	
Раздел 2. Термические источники энергии для сварки. Оборудование			
Тема 2.1. Физические процессы в дуговом разряде. Классификация сварочных дуг	+	+	+
Тема 2.2. Термические недуговые источники энергии, процессы и оборудование	+		+
Тема 2.3. Лучевые источники энергии для сварки, процессы и оборудование	+	+	+
Раздел 3. Термопрессовые и механические сварочные процессы, и оборудование			
Тема 3.1. Термопрессовые сварочные процессы. Оборудование	+	+	+
Тема 3.2. Механические сварочные процессы. Оборудование	+	+	+
Раздел 4. Основные понятия и законы в расчетах тепловых процессов при сварке			
Тема 4.1. Основные понятия и определения	+	+	+
Раздел 5. Тепловые процессы при нагреве тел источниками теплоты			
Тема 5.1. Распространение теплоты от неподвижных источников	+	+	
Тема 5.2. Быстродвижущиеся источники теплоты	+	+	
Раздел 6. Нагрев и плавление металла при сварке			
Тема 6.1. Влияние режима сварки и теплофизических свойств металла на поле температур	+	+	+
Тема 6.2. Использование ЭВМ для расчетов полей температур	+	+	+
Тема 6.3. Экспериментальное определение	+	+	

температуры при сварке			
		ПК-16	
	ПК-16З	ПК-16У	ПК-16В
Раздел 1. Физические основы и классификация сварочных процессов.			
Тема 1.1. Введение. Физические основы получения сварных соединений.	+	+	
Тема 1.2. Термодинамика и баланс энергии процесса сварки	+	+	+
Тема 1.3. Классификация сварочных процессов	+	+	+
Раздел 2. Термические источники энергии для сварки. Оборудование			
Тема 2.1. Физические процессы в дуговом разряде. Классификация сварочных дуг	+		+
Тема 2.2. Термические недуговые источники энергии, процессы и оборудование	+	+	+
Тема 2.3. Лучевые источники энергии для сварки, процессы и оборудование	+	+	+
Раздел 3. Термопрессовые и механические сварочные процессы, и оборудование			
Тема 3.1. Термопрессовые сварочные процессы. Оборудование	+		+
Тема 3.2. Механические сварочные процессы. Оборудование	+		+
Раздел 4. Основные понятия и законы в расчетах тепловых процессов при сварке			
Тема 4.1. Основные понятия и определения	+		+
Раздел 5. Тепловые процессы при нагреве тел источниками теплоты			
Тема 5.1. Распространение теплоты от неподвижных источников	+	+	
Тема 5.2. Быстродвижущиеся источники теплоты	+	+	
Раздел 6. Нагрев и плавление металла при сварке			
Тема 6.1. Влияние режима сварки и теплофизических свойств металла на поле температур	+		+
Тема 6.2. Использование ЭВМ для расчетов полей температур	+	+	+
Тема 6.3. Экспериментальное определение температуры при сварке	+	+	+

2.2. Содержание дисциплины (модуля)

Раздел 1. Физические основы и классификация сварочных процессов

Тема 1.1. Введение

Цели и задачи изучения дисциплины «Сварочные процессы и оборудование», её роль в подготовке бакалавров для сварочного производства. Основные разделы дисциплины, их объем, формы отчетности. Рекомендуемая литература. Краткая история развития сварки. Основные направления развития сварочных технологий.

Литература: [1], [2]

Физические основы получения сварных соединений

Понятие неразъемных соединений. Монолитность сварных соединений.

Механизм образования монолитных соединений твердых тел. Стадийность процесса сварки. Энергия активации при сварке. Способы передачи энергии активации. Факторы, затрудняющие образование монолитных соединений. Физико-химические особенности получения сварных соединений. Сварка в жидкой и твердой фазе. Пайка.

Литература: [1], [2]

Тема 1.2. Термодинамика и баланс энергии процесса сварки

Термодинамическое определение процесса сварки. Основные физические явления в зоне сварки: введение и преобразование энергии, и движение вещества. Схема термодинамических превращений. Типовой баланс энергии процесса сварки, КПД сварочных процессов.

Литература: [1], [2]

Тема 1.3. Классификация сварочных процессов

Признаки классификации сварочных процессов: физические, технические, технологические, технико-экономические. Их содержание. Ступени классификации. Классификация сварочных процессов по физическим признакам. Термические процессы, термомеханические, механические. Классы энергии, виды энергии, виды сварки. Классификация по техническим признакам: по способу защиты сварочной ванны, по непрерывности процесса, по степени механизации. Классификация по технологическим признакам. Классификация по технико-экономическим признакам. Удельные показатели энергии, затраты. Источники энергии для сварки и пайки. Общие требования к источникам энергии. Сравнительная характеристика термических источников энергии. Температура, наименьшая площадь нагрева, наибольшая плотность в пятне.

Литература: [1], [2]

Раздел 2. Термические источники энергии для сварки. Оборудование.

Тема 2.1 Физические процессы в дуговом разряде. Классификация сварочных дуг

Электрический разряд в газах. Определение дугового разряда. Виды разряда. Возбуждение дуги и ее основные зоны. Элементарные процессы в плазме дуги. Термическая ионизация. Ионизация соударением. Упругие и неупругие соударения. Ионизация облучением. Деионизация и рекомбинация. Термическое равновесие. Уравнение Саха. Зависимость степени ионизации от температуры. Эффективный потенциал ионизации. Формула Фролова. Сравнительный ряд веществ по первому потенциалу ионизации. Эмиссионные процессы на поверхности твердых тел. Термоэлектронная и автоэлектронная эмиссия катода. Понятие работы выхода электрона. Формула Ричардсона-Дешмана. Фотоэлектронная и вторичная электронная эмиссия. Баланс энергии в столбе дуги. Температура дуги. Приэлектродные области сварочных дуг. Катодная область. Дуги с тугоплавким катодом. Катоды Ме-дуг. Анодная область. Вольт-амперная характеристика дуги. Формула Айртона. Магнитные свойства дуги. Магнитное дутье. Причины образования, методы борьбы. Тепловые свойства дуги. Полная и эффективная тепловые мощности дуги, погонная энергия дуги.

Особенности дуги переменного и постоянного тока, прямого и косвенного действия. Дуга открытая, закрытая, погруженная, прямой и обратной полярности. Классификация дуг. Области применения дуг. Сварочные дуги с плавящимся электродом. Способы дуговой сварки. Ручная дуговая сварка покрытым электродом, сварка под флюсом. Металлические дуги в защитных газах и в вакууме. Сварочные дуги с неплавящимся электродом. Особенности горения дуги в аргоне и гелии. Требования к источникам питания для различных способов дуговой сварки. Плазменные сварочные дуги. Виды и особенности плазменных дуг.

Литература: [1], [2]

Тема 2.2. Лучевые источники энергии для сварки, процессы и оборудование

Электронные лучевые источники. Формирование электронного луча. Основные физические характеристики луча. Взаимодействие электронного луча с веществом. Уравнение Шекланда. Применение электронно-лучевых процессов для сварки и родственных технологий. Требования к электронно-лучевым установкам. Оборудование для электронно-лучевой сварки. Состав ЭЛУ. Фотонно-лучевые источники энергии. Полихроматический свет. Когерентное излучение и его основные свойства. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Основные характеристики лазеров.

Литература: [1], [2]

Тема 2.3. Термические недуговые источники энергии, процессы и оборудование

Газовое пламя. Характеристики горючих газов. Виды пламени. Строение ацетиленокислородного пламени. Реакции в зонах пламени. Особенности нейтрального, окислительного и науглероживающего пламени. Применение газового пламени в процессах сварки и термической резки. Достоинства и недостатки процесса. Состав поста для газовой

сварки.

Термитная сварка. Сущность процесса. Реакции горения термита. Область применения термитной сварки. Достоинства и недостатки процесса. Необходимое оборудование и оснастка.

Электрошлаковая сварка. Электрошлаковый источник нагрева. Типовой баланс энергии электрошлакового процесса. Расчет общего сопротивления шлаковой ванны. Область применения электрошлаковой сварки. Достоинства и недостатки процесса. Требования к источникам питания для сварки. Состав автоматов для сварки.

Литература: [1], [2]

Раздел 3. Термомеханические и механические сварочные процессы.

Тема 3.1 Термопрессовые сварочные процессы. Оборудование.

Термомеханические процессы. Виды сварки, относящиеся к термомеханическому классу. Контактная сварка, способы контактной сварки. Область применения контактной сварки, достоинства и недостатки. Нагрев электрическим током при наличии контактного сопротивления. Закон Джоуля-Ленца. Расчет общего сопротивления сварочного контура.

Тема 3.2 Механические сварочные процессы. Оборудование.

Контактное сопротивление материалов в зависимости от подготовки их поверхности и силы давления. Зависимость контактного сопротивления от температуры нагрева при точечной и стыковой сварке. Требования к оборудованию для контактной сварки. Диффузионная сварка. Способы. Условия образования диффузии в поверхностных слоях. Требования к установкам для диффузионной сварки. Классификация видов сварки механического класса. Прессово-механический контакт и холодная сварка. Трущийся контакт и сварка трением. Ударный контакт и сварка взрывом.

Литература: [1], [2]

Раздел 4. Основные понятия и законы в расчетах тепловых процессов при сварке

Тема 4.1. Основные понятия и определения.

Схемы нагреваемого тела (полубесконечное тело, бесконечная пластина, полубесконечная пластина, плоский слой, бесконечный и полубесконечный стержни). Теплофизические величины и понятия (температура, температурное поле, удельное количество теплоты, удельная теплота фазового превращения, истинная удельная массовая теплоемкость). Закон теплопроводности (закон Фурье). Дифференциальное уравнение теплопроводности. Расчетные коэффициенты для различных металлов и сплавов.

Литература: [1], [2]

Раздел 5. Тепловые процессы при нагреве тел источниками теплоты

5.1. Распространение теплоты от неподвижных источников

Мгновенный точечный источник. Мгновенный линейный источник. Мгновенный плоский источник. Непрерывно действующие неподвижные источники. Движущиеся источники теплоты. Точечный источник на поверхности полубесконечного тела. Неподвижный источник теплоты. Линейный источник в бесконечной пластине. Плоский источник в бесконечном стержне.

Литература: [1], [2]

5.2. Быстродвижущиеся источники теплоты

Влияние ограниченности размеров тела на процессы распространения теплоты. Точечный источник на поверхности пластины. Температурное поле предельного состояния при наплавке на лист заданной толщины. Быстро- движущийся точечный источник на поверхности пластины.

Литература: [1], [2]

Раздел 6. Нагрев и плавление металла при сварке

Тема 6.1. Влияние режима сварки и теплофизических свойств металла на поле температур

Значения коэффициентов для расчета температурных полей. Размер зоны нагрева. Термический цикл при однопроходной сварке. Максимальные температуры сварного

соединения. Мгновенная скорость охлаждения при данной температуре. Термический цикл при многослойной сварке. Сварка длинными и короткими участками. Длительность пребывания металла выше заданной температуры. Нагрев и плавление присадочного металла: основные схемы нагрева. Плавление электрода и основного металла. Формы сварочной ванны при различных способах сварки. Температура сварочной ванны. Тепловая эффективность процесса сварки. Тепловые процессы при электрошлаковой, контактной и сварки с применением давления, точечной, шовной, дугоконтактной сварке труб и сварке трением.

Нагрев и плавление присадочного металла: основные схемы нагрева. Плавление электрода и основного металла. Формы сварочной ванны при различных способах сварки. Температура сварочной ванны. Тепловая эффективность процесса сварки. Тепловые процессы при электрошлаковой, контактной и сварки с применением давления, точечной, шовной, дугоконтактной сварке труб и сварке трением.

Литература: [1], [2].

Тема 6.2. Использование ЭВМ для расчетов полей температур.

Применение ЭВМ для расчетов тепловых полей при сварке. Схематизация и допущения.

Литература: [1], [2]

Тема 6.3. Экспериментальное определение температуры при сварке.

Методы термопар, термокрасок, термокарандашей. Применение пирометров в промышленности.

Литература: [1], [2]

2.3. Курсовой проект/курсовая работа

Задание к курсовой работе.

Листы толщиной S , мм из малоуглеродистой стали сваривают встык. По выбранному режиму сварки требуется:

- 1) построить температурное поле предельного состояния;
- 2) найти распределение максимальных температур в зависимости от расстояния от оси шва;
- 3) определить изменение температуры в заданной точке A в процессе сварки.

Темы курсовых работ связаны с распространением теплоты при наплавке валика на массивное тело (автоматической или ручной, дуговой), сварке пластин встык за один проход с полным проплавлением (автоматической или ручной дуговой).

Таблица 5

Перечень тем курсовых работ

№ п.п	Название тем
1	Расчет тепловых процессов при сварке (вариант 1)
2	Расчет тепловых процессов при сварке (вариант 2)
3	Расчет тепловых процессов при сварке (вариант 3)
4	Расчет тепловых процессов при сварке (вариант 4)
5	Расчет тепловых процессов при сварке (вариант 5)
6	Расчет тепловых процессов при сварке (вариант 6)
7	Расчет тепловых процессов при сварке (вариант 7)
8	Расчет тепловых процессов при сварке (вариант 8)
9	Расчет тепловых процессов при сварке (вариант 9)

10	Расчет тепловых процессов при сварке (вариант 10)
11	Расчет тепловых процессов при сварке (вариант 11)
12	Расчет тепловых процессов при сварке (вариант 12)
13	Расчет тепловых процессов при сварке (вариант 13)
14	Расчет тепловых процессов при сварке (вариант 14)
15	Расчет тепловых процессов при сварке (вариант 15)
16	Расчет тепловых процессов при сварке (вариант 16)
17	Расчет тепловых процессов при сварке (вариант 17)
18	Расчет тепловых процессов при сварке (вариант 18)
19	Расчет тепловых процессов при сварке (вариант 19)
20	Расчет тепловых процессов при сварке (вариант 20)

Таблица 6

Исходные данные для курсовой работы

Параметры	вар. 1	вар. 2	вар. 3	вар. 4	вар. 5	вар. 6	вар. 7	вар. 8	вар. 9	вар. 10
	ПЛИ									
$I_{сд}, A$	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
$U_{в}, B$	18	18	20	20	22	22	22	24	24	26
$\delta, мм$	3	4	5	6	7	8	8	9	9	10
η_u	0,80	0,80	0,80	0,80	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,84
$V_{св}, м/ч$	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,4	2,6	2,8	3
$\lambda,$ $Вт/(см·град)$	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
$c_p, Дж/(см^3·град)$	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
$A, см^2/с$	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
$\alpha,$ $Вт/(см^2·град)$	$3,5 \cdot 10^{-3}$									
Параметры	вар. 11	вар. 12	вар. 13	вар. 14	вар. 15	вар.16	вар. 17	вар. 18	вар. 19	вар.20
	ПТИ									
$I_{сд}, A$	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
$U_{в}, B$	22	22	24	24	28	28	28	30	30	30
η_u	0,70	0,70	0,72	0,72	0,74	0,74	0,76	0,76	0,76	0,78
$V_{св}, м/ч$	3	3	3	3	3	3	3,5	4	4,5	5

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	Примечания
1	Физические основы и классификация сварочных процессов.	ФОС ТК-1	Письменный опрос (ФОС ТК-1)
2	Термические источники энергии для сварки.	ФОС ТК-2	Письменный опрос (ФОС ТК-2)
3	Термопрессовые и механические сварочные процессы, и оборудование	ФОС ТК-3	Письменный опрос (ФОС ТК-3)
4	Основные понятия и законы в расчетах тепловых процессов при сварке	ФОС ТК-4	Письменный опрос (ФОС ТК-4)
5	Тепловые процессы при нагреве тел источниками теплоты	ФОС ТК-5	Письменный опрос (ФОС ТК-5)
6	Нагрев и плавление металла при сварке	ФОС ТК-6	Письменный опрос (ФОС ТК-6)

Пример вопросов для проведения текущего контроля знаний (по разделам)

ФОС ТК-1

1. Какие соединения вы знаете?
2. Какие соединения относят к неразъёмным?
3. Какие соединения относят к разъёмным?
4. Какие соединения относят к монолитным?
5. Опишите механизм образования монолитности?
6. Что такое энергия активации?
7. Какие вы знаете виды энергии активации?
8. Дайте термодинамическое определение сварки.
9. Дайте определение сварки с точки зрения технологии.
10. Начертите схему термодинамических превращений энергии и вещества.
11. Что входит в понятие типового баланса энергии?
12. Что служит количественной оценкой процессов передачи и преобразования энергии и вещества при различных способах сварки?
13. Что включает в себя обобщенная схема баланса сварочного процесса?
14. Что считают рабочей поверхностью при расчете удельной энергии стыка?
15. Как рассчитать удельную энергию стыка?
16. Сколько ступеней передачи энергии в сварочных процессах?
17. Как определяется эффективный и термические КПД сварочного процесса?
18. Сколько признаков в классификации сварочных процессов?
19. К какому признаку относится вид вводимой энергии при сварке?

20. Что определяет форма энергии, идущая на образование сварного соединения??
21. Что регламентирует гост 19521-74?
22. Что включает в себя технический признак классификации сварочных процессов?
23. Что понимают под технологическим признаком классификации сварочных процессов?
24. Что понимают под термином «сварка плавлением»?
25. Что понимают под термином «сварка давлением»?
26. Сколько видов сварки в термическом классе?
27. Сколько видов сварки в термомеханическом классе?
28. Сколько видов сварки в механическом классе?

ФОС ТК-2

1. Какие виды разрядов вы знаете?
2. Как происходит возбуждение дуги?
3. Кто открыл явление дугового разряда?
4. Сколько зон имеет электрическая дуга и как они называются?
5. Изобразите ВАХ дуги и опишите её участки?
6. Что такое ионизация дугового промежутка?
7. Как определить потенциал ионизации дугового промежутка?
8. Чей потенциал ионизации выше-щелочных металлов или защитных газов и почему.
9. Какая формула описывает эффективный потенциал ионизации?
10. Что можно рассчитать с помощью уравнения Саха?
11. Как определить коэффициент плавления?
12. Как определить коэффициент наплавки?
13. Из чего состоят потери электродного металла при различных способах дуговой сварки?
14. Как определяются потери электродного металла на угар и разбрызгивание?
15. Что такое магнитное дутьё, причины образования, методы борьбы.
16. Назовите особенности дуги постоянного тока.
17. Назовите особенности дуг, горящих на переменном токе.
18. Что такое «дуга прямого действия» и «дуга обратного действия», где они используются??
19. Классификация сварочных дуг.
20. Какие виды переноса электродного металла знаете?
21. Какие виды газового пламени вы знаете?
22. Сколько зон имеет газовое нормальное пламя, и какие процессы в них происходят?
23. Какой зоной сварочного пламени необходимо вести сварку и почему?
24. Для каких процессов используется газовое пламя?
25. Что входит в состав поста для газовой сварки?
26. Что является источником энергии при электрошлаковой сварке?
27. Какие способы ЭШС вы знаете?
28. Область применения ЭШС.
29. Какие электроды используются при ЭШС?
30. Опишите сущность термитной сварки и область её применения.
31. Какие источники энергии относятся к лучевым?
32. В каких видах сварки используются лучевые источники энергии?
33. Назовите основные физические характеристики электронного луча.
34. Что можно определить с помощью уравнения Шекланда?
35. Из чего состоит установка для ЭЛС?

ФОС ТК-3

1. Какие виды сварки относятся к термомеханическому классу?
2. Какие способы контактной сварки вы знаете, что у них общего и в чем разница?

3. Как определяет сварочное сопротивление вторичного контура?
4. Что описывает закон Джоуля-Ленца?
5. Как влияет подготовка поверхности на величину контактного сопротивления?
6. Какие требования предъявляются к контактным машинам?
7. Назовите основные узлы контактных машин.
8. Опишите процесс диффузионной сварки.
9. Какие способы диффузионной сварки вы знаете?
10. Какие виды сварки относятся к механическому классу сварки?
11. Опишите сущность процесса холодной сварки, условия образования монолитного соединения, область применения.
12. Опишите сущность, область применения, схему процесса сварки трением.
13. Опишите сущность, область применения сварки взрывом.

ФОС ТК-4

1. Назовите основные схемы нагреваемого тела.
2. Дайте определение понятию температура.
3. Что означает термин температурное поле?
4. Дайте определение удельному количеству теплоты.
5. Охарактеризуйте расчетные коэффициенты для различных металлов и сплавов.

ФОС ТК-5

1. Охарактеризуйте мгновенный точечный источник.
2. Охарактеризуйте мгновенный линейный источник.
3. Охарактеризуйте мгновенный плоский источник.
4. Назовите отличие движущихся и неподвижных источников теплоты.
5. Приведите примеры движущихся источников теплоты.
6. Как влияет ограниченность размеров тела на процессы распространения теплоты?
7. Назовите точечные источники теплоты на поверхности пластины.
8. Охарактеризуйте быстро движущийся точечный источник на поверхности пластины.

ФОС ТК-6

1. Назовите основные коэффициенты для расчета температурных полей.
2. Как определяется размер зоны нагрева?
3. Назовите отличия термических циклов при односторонней сварке и при многослойной сварке.
4. Сравните сварку длинными и короткими участками.
5. Каким образом определяется длительность пребывания металла выше заданной температуры?
6. Назовите основные схемы нагрева.
7. Охарактеризуйте тепловую эффективность процесса сварки.
8. Сравните тепловые процессы при электрошлаковой, контактной и сварки с применением давления, точечной, шовной, дугоконтактной сварке труб и сварке трением.
9. Назовите основные преимущества расчета тепловых полей на ЭВМ.
10. Укажите какие допущения используются при расчете температурных полей на ЭВМ.
11. Проводят ли схематизацию тел нагрева при расчетах на ЭВМ?
12. Назовите основные экспериментальные методы определения температуры при сварке.
13. Дайте характеристику методу термопар.
14. В чем заключается метод определения температуры при помощи термокрасок?
15. Дайте характеристику методу термокарандашей.
16. Назовите области применения пирометров в промышленности.

3.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

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.

Пример тестовых вопросов (первый этап ФОС ПА-1):

1. Методы получения конструкций сложной формы:

1. с помощью только неразъемных соединений;
2. с помощью разъемных соединений;
3. с помощью разъемных или неразъемных соединений.

2. В чем заключается сварка. Процесс получения неразъемных соединений посредством установившихся межзатомных связей между соединяемым и частями:

1. только при их местном нагреве;
2. только при их общем нагреве;
3. только при их пластическом деформировании;
4. только при их совместном действии нагрева и пластическом деформировании.
5. ответы в п. 1 ...4.

3. В состав сварного соединения входят:

основной металл;

1. сварной шов;
2. зона термического влияния;
3. ответы в п.1 ...3;
4. сварной узел.

Пример контрольных вопросов (первый этап ФОС ПА-2):

1. Что означает термин температурное поле?
2. Дайте определение удельному количеству теплоты.
3. Охарактеризуйте расчетные коэффициенты для различных металлов и сплавов.
4. Охарактеризуйте мгновенный точечный источник.
5. Охарактеризуйте мгновенный линейный источник.
6. Охарактеризуйте мгновенный плоский источник.
7. Назовите отличие движущихся и неподвижных источников теплоты.
8. Приведите примеры движущихся источников теплоты.
9. Как влияет ограниченность размеров тела на процессы распространение теплоты?
10. Назовите точечные источники теплоты на поверхности пластины.
11. Охарактеризуйте быстродвижущийся точечный источник на поверхности пластины.
12. Назовите основные коэффициенты для расчета температурных полей.
13. Как определяется размер зоны нагрева?

Пример вопросов для сдачи экзамена (ФОС ПА-1; ФОС-ПА-2):

1. Дайте определение сварки с точки зрения технологии.
2. Что включает в себя обобщенная схема баланса сварочного процесса?
3. К какому признаку относится вид вводимой энергии при сварке?
4. Как определить потенциал ионизации дугового промежутка?
5. Из чего состоят потери электродного металла при различных способах дуговой сварки?
6. Назовите основные узлы контактных машин.
7. Опишите сущность процесса холодной сварки, условия образования монолитного соединения, область применения.
8. Назовите основные схемы нагреваемого тела.
9. Как влияет ограниченность размеров тела на процессы распространение теплоты

10. Назовите основные преимущества расчета тепловых полей на ЭВМ.

ФОС ПА-3

Первый этап - письменный опрос (5 вопросов. Рейтинг одного вопроса 10 баллов)

1. Охарактеризуйте расчетные коэффициенты для различных металлов и сплавов.
2. Охарактеризуйте мгновенный точечный источник.
3. Охарактеризуйте мгновенный линейный источник.
4. Охарактеризуйте мгновенный плоский источник.
5. Назовите отличие движущихся и неподвижных источников теплоты.
6. Приведите примеры движущихся источников теплоты.
7. Как влияет ограниченность размеров тела на процессы распространение теплоты?
8. Назовите точечные источники теплоты на поверхности пластины.
9. Охарактеризуйте быстродвижущийся точечный источник на поверхности пластины.
10. Назовите основные коэффициенты для расчета температурных полей.
11. Как определяется размер зоны нагрева?
12. Назовите отличия термических циклов при односторонней сварке и при многослойной сварке.
13. Сравните сварку длинными и короткими участками.
14. Каким образом определяется длительность пребывания металла выше заданной температуры?
15. Назовите основные схемы нагрева.
16. Охарактеризуйте тепловую эффективность процесса сварки.
17. Сравните тепловые процессы при электрошлаковой, контактной и сварки с применением давления, точечной, шовной, дугоконтактной сварке труб и сварке трением.
18. Назовите основные преимущества расчета тепловых полей на ЭВМ.
19. Укажите какие допущения используются при расчете температурных полей на ЭВМ.
20. Проводят ли схематизацию тел нагрева при расчетах на ЭВМ?
21. Назовите основные экспериментальные методы определения температуры при сварке.
22. Дайте характеристику методу термопар.

Второй этап ФОС ПА-3 - защита курсового проекта. Примерные вопросы.

1. Как строится температурное поле предельного состояния;
2. Методы определения распределения максимальных температур в зависимости от расстояния от оси шва;
3. Определение изменения температуры в заданной точке А в процессе сварки.
4. Охарактеризуйте расчетные коэффициенты для различных металлов и сплавов.
5. Охарактеризуйте мгновенный точечный источник.
6. Охарактеризуйте мгновенный линейный источник.
7. Охарактеризуйте мгновенный плоский источник.
8. Назовите отличие движущихся и неподвижных источников теплоты.
9. Приведите примеры движущихся источников теплоты.
10. Как влияет ограниченность размеров тела на процессы распространение теплоты?
11. Назовите точечные источники теплоты на поверхности пластины.
12. Охарактеризуйте быстродвижущийся точечный источник на поверхности пластины.
13. Назовите основные коэффициенты для расчета температурных полей.
14. Как определяется размер зоны нагрева?
15. Назовите отличия термических циклов при односторонней сварке и при многослойной сварке.
16. Сравните сварку длинными и короткими участками.
17. Каким образом определяется длительность пребывания металла выше заданной температуры?

18. Назовите основные схемы нагрева.
19. Охарактеризуйте тепловую эффективность процесса сварки.
20. Сравните тепловые процессы при электрошлаковой, контактной и сварки с применением давления, точечной, шовной, дугоконтактной сварке труб и сварке трением.
21. Назовите основные преимущества расчета тепловых полей на ЭВМ.
22. Укажите какие допущения используются при расчете температурных полей на ЭВМ.
23. Проводят ли схематизацию тел нагрева при расчетах на ЭВМ?
24. Назовите основные экспериментальные методы определения температуры при сварке.

3.3. Форма и организация промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

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

Первый этап проводится в виде тестирования/опроса 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 экзаменационные 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 превосходный уровень усвоения компетенций	от 86 до 100	Отлично
Освоен продвинутый уровень усвоения компетенций	от 71 до 85	Хорошо
Освоен пороговый уровень усвоения компетенций	от 51 до 70	Удовлетворительно
Не освоен пороговый уровень усвоения компетенций	до 51	Неудовлетворительно

РАЗДЕЛ 4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1.1. Основная литература

1. Чернышов Г.Г., Шашин Д.М. Оборудование и основы технологии сварки металлов плавлением и давлением [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - СПб: Лань, 2013. 464 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/12938/#1>

2. Климов А.С., Смирнов И.В., Кудинов А. К., Кудинова Г. Э. Основы технологии и построения оборудования для контактной сварки. [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Электрон. дан. - СПб: Лань, 2011. - 336 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/1551/#1>

4.1.2. Дополнительная литература:

1. Федосов С.А., Оськин И.Э. Основы технологии сварки: учебное пособие. - М.: Машиностроение, 2011. - 125 с.

2. Гладков Э.А., Малолетков А.В. Управление технологическими параметрами сварочного оборудования для дуговой сварки. [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Электрон. дан. - М.: МГТУ, 2007. - 148 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/62060/#1>

3. Смирнов И.В. Сварка специальных сталей и сплавов [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - СПб: Лань, 2012. 272 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/2771/#1>

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

1 Чернышов Г.Г., Шашин Д.М. Оборудование и основы технологии сварки металлов плавлением и давлением [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Электрон. дан. - СПб: Лань, 2013. - 464 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/12938/#1>

2 Овчинникова В.В. Оборудование, техника и технология сварки и резки металлов: учебник. - М: КноРус, 2010. - 304 с. - Рек. ФГУ

3 Сварочные процессы и оборудование: м/у по выполнению курсовой работы для ст-в направления 15.03.01.- Лениногорск, 2016. 16 с.

4 Электронный курс «Сварочные процессы и оборудование» в структуре электронного университета (Black Board)

Режим доступа:

https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=267976_1&course_id=13760_1

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

Успешное освоение материала студентами обеспечивается посещением лекций и лабораторных работ, разработкой конспекта по темам самостоятельной работы. Прочтение будущей лекции по электронному конспекту лекций, ознакомление с будущей темой лабораторного практикума, т.е. работа на «опережение» будет способствовать концентрации внимания студента на главных аспектах текущей темы, более глубокому запоминанию теоретического материала. Активное участие студента в проведении лабораторной работы будет способствовать освоению практических навыков по различным методам сварки.

4.1.5. Методические рекомендации для преподавателей

Успешное освоение материала обеспечивается тесной связью теоретического материала, преподносимого на лекциях и лабораторных работах. Умение определять параметры сварочных процессов, рассчитывать температурные поля, а также теоретические и практические знания по различным методам сварки будут способствовать более углубленному пониманию теоретического материала и являются базой для следующих дисциплин.

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 – 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,
- CAD/CAM/CAPP система ADEM,
- Техэксперт.

4.3 Кадровое обеспечение

4.3.1. Базовое образование

Высшее образование в предметной области машиностроения, сварочных процессов и оборудования и /или наличие ученой степени и /или ученого звания в указанной области и /или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в области машиностроения, сварочных процессов и оборудования.

4.3.2. Профессионально-предметная квалификация преподавателей:

Наличие научных и /или методических работ по организации или методическому обеспечению образовательной деятельности по направлению машиностроения, сварочных процессов и оборудования, 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 машиностроения, сварочных процессов и оборудования 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 машиностроения, сварочных процессов и оборудования, либо в области педагогики.

4.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для реализации учебного процесса по дисциплине «Сварочные процессы и оборудование» требуется следующее материально-техническое обеспечение:

Таблица 9

Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Наименование раздела (темы) дисциплины	Наименование учебной лаборатории, аудитории, класса (с указанием номера аудитории и учебного здания)	Перечень лабораторного оборудования, специализированной мебели и технических средств обучения	Количество единиц
1-6	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (К. 206)	- мультимедийный проектор; - ноутбук; - настенный экран; - акустические колонки; - учебные столы, стулья; - доска; - стол преподавателя, - учебно – наглядные пособия.	1 1 1 1 28:28 1 1

	(К. 114)		
4-6	Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ) (Л. 208)	- набор чертежных измерительных инструментов; - учебные столы, стулья; - доска; - учебно-наглядные пособия.	15:30 1
1-6	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.	4.2.3	25.10.17	Добавить: - NXAcademicBundle		
2.	титульный лист	09.01.18	Наименование кафедры читать в следующей редакции: Кафедра машиностроения и информационных технологий		
3.	4.2.3	30.01.18	Добавить: - Справочник конструктора ASKON.		
4.	4.2.3	20.02.18	Добавить: - автоматизированная система проектирования Компас 3D		
5.	4.2.1	01.10.2018	Дополнить: Электронная библиотечная система «ЮРАЙТ»		
6.	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»		
7.	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.		
8.	1.4	01.07.2019	Таблицы 1а и 1б читать в редакции Приложения 1		
9.	2.1	01.07.2019	Таблицы 3а и 3б читать в редакции Приложения 2		
10.	4.2.1	04.09.2019	Исключить: ibook.ru - Электронно-библиотечная система Айбукс		

Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения
Виды учебной работы

Семестр	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (аудиторная работа), в т.ч.:							Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа), в т.ч.:				
		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	33Е/108	16	16	-	-	-	2	0,3	-	-	40	33,7	ЭКЗАМЕН
6	33Е/108	12	-	12	1,5	-	2	0,3	34,5	-	12	33,7	ЭКЗАМЕН, курсовая работа
Итого	63Е/216	28	16	12	1,5	-	4	0,6	34,5	-	52	67,4	

Таблица 1.1, б

Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения
Виды учебной работы

Семестр	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (аудиторная работа), в т.ч.:							Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа), в т.ч.:				
		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
7	33Е/108	8	4	4	-	-	2	0,3	-	-	83	6,7	ЭКЗАМЕН
8	33Е/108	4	-	8	1,5	-	2	0,3	34,5	-	51	6,7	ЭКЗАМЕН, курсовая работа
Итого	63Е/216	12	4	12	1,5	-	4	0,6	34,5	-	134	13,4	

Распределение фонда времени по видам занятий (очная форма обучения)

№, п/п	Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
			лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
5 семестр								
1	Раздел 1. Физические основы и классификация сварочных процессов.							ФОС ТК-1
1.1	Введение. Физические основы получения сварных соединений.	4	2	-	-	2	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
1.2	Термодинамика и баланс энергии процесса сварки	12	2	4	-	6	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
1.3	Классификация сварочных процессов	6	2	-	-	4	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
2	Раздел 2. Термические источники энергии для сварки. Оборудование							ФОС ТК-2
2.1	Физические процессы в дуговом разряде. Классификация сварочных дуг	18	2	8	-	8	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
2.2	Термические недуговые источники энергии, процессы и оборудование	9	1	4	-	4	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
2.3	Лучевые источники энергии для сварки, процессы и оборудование	5	1	-	-	4	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
3	Раздел 3. Термопрессовые и механические сварочные процессы, и оборудование							ФОС ТК-3
3.1	Термопрессовые сварочные процессы. Оборудование	10	2	-	-	8	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
3.2	Механические сварочные процессы. Оборудование	8	4	-	-	4	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
	Подготовка к промежуточной аттестации	33,7				33,7	ПК-13; ПК-15; ПК-16	ФОС ПА-1
	Контактная работа на промежуточной аттестации (экзамен)	2,3					ПК-13; ПК-15; ПК-16	ФОС ПА-1
	Всего за семестр	108	16	16	-	73,7		
6 семестр								
4	Раздел 4. Основные понятия и законы в расчетах тепловых процессов при сварке							ФОС ТК-4
4.1.	Основные понятия и определения	9	2	-	4	3	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
5	Раздел 5. Тепловые процессы при нагреве тел источниками теплоты							ФОС ТК-5
5.1	5.1. Распространение теплоты от неподвижных источников	8	2	-	2	4	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль

5.2	Быстродвижущиеся источники теплоты	5	2	-	2	1	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
6	Раздел 6. Нагрев и плавление металла при сварке							ФОС ТК-6
6.1	Влияние режима сварки и теплофизических свойств металла на поле температур	7	2	-	4	1	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
6.2	Использование ЭВМ для расчетов полей температур	3	2	-	-	1	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
6.3	Экспериментальное определение температуры при сварке	4	2	-	-	2	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
Курсовая работа:		34,5				34,5	ПК-13; ПК-15; ПК-16	ФОС ПА-3
Подготовка к промежуточной аттестации		33,7				33,7	ПК-13; ПК-15; ПК-16	ФОС ПА-2
Контактная работа на промежуточной аттестации (экзамен, курсовая работа)		3,8					ПК-13; ПК-15; ПК-16	ФОС ПА-2
Всего за семестр:		108	12	-	12	80,2		
ИТОГО		216	28	16	12	153,9		

Таблица 3б

Распределение фонда времени по видам занятий (заочная форма обучения)

№, п/п	Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
			лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
7 семестр								
1	Раздел 1. Физические основы и классификация сварочных процессов.							ФОС ТК-1
1.1	Введение. Физические основы получения сварных соединений.	11	1	-	-	10	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
1.2	Термодинамика и баланс энергии процесса сварки	11	1	-	2	8	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
1.3	Классификация сварочных процессов	10	1	-	-	9	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
2	Раздел 2. Термические источники энергии для сварки. Оборудование							ФОС ТК-2
2.1	Физические процессы в дуговом разряде. Классификация сварочных дуг	14	1	4		9	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
2.2	Термические недуговые источники энергии, процессы и оборудование	14	1	-	-	13	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль

2.3	Лучевые источники энергии для сварки, процессы и оборудование	10	1	-	-	9	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
3	Раздел 3. Термопрессовые и механические сварочные процессы, и оборудование							ФОС ТК-3
3.1	Термопрессовые сварочные процессы. Оборудование	15	1	-	1	13	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
3.2	Механические сварочные процессы. Оборудование	14	1	-	1	12	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
Подготовка к промежуточной аттестации		6,7				6,7	ПК-13; ПК-15; ПК-16	ФОС ПА-1
Контактная работа на промежуточной аттестации (экзамен)		2,3					ПК-13; ПК-15; ПК-16	ФОС ПА-1
Всего за семестр		108	8	4	4	89,7		
8 семестр								
4	Раздел 4. Основные понятия и законы в расчетах тепловых процессов при сварке							ФОС ТК-4
4.1.	Основные понятия и определения	13	1	-	2	10	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
5	Раздел 5. Тепловые процессы при нагреве тел источниками теплоты							ФОС ТК-5
5.1	Распространение теплоты от неподвижных источников	12	1	-	2	9	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
5.2	Быстродвижущиеся источники теплоты	12	1		2	9	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
6	Раздел 6. Нагрев и плавление металла при сварке							ФОС ТК-6
6.1	Влияние режима сварки и теплофизических свойств металла на поле температур	11	1		2	8	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
6.2	Использование ЭВМ для расчетов полей температур	7,5	-		-	7,5	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
6.3	Экспериментальное определение температуры при сварке	7,5	-		-	7,5	ПК-13; ПК-15; ПК-16	Текущий контроль
Курсовая работа		34,5				34,5	ПК-13; ПК-15; ПК-16	ФОС ПА-3
Подготовка к промежуточной аттестации		6,7				6,7	ПК-13; ПК-15; ПК-16	ФОС ПА-2
Контактная работа на промежуточной аттестации (экзамен, курсовая работа)		3,8					ПК-13; ПК-15; ПК-16	ФОС ПА-2
Всего за семестр:		108	4	-	8	92,2		
ИТОГО		216	12	4	12	181,9		