

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Кафедра «Машиностроения и металлургии»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
  
И.В. Макурин  
«29» 12 2017г.  


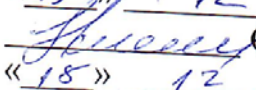

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Теория сварочных процессов»  
основной профессиональной образовательной программы  
подготовки бакалавров  
по направлению 15.03.01 «Машиностроение»  
профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Форма обучения	заочная
Технология обучения	Традиционная


Комсомольск-на-Амуре 2017

Авторы рабочей программы  
профессор кафедры МиМ, к.т.н  
доцент кафедры МиМ, к.т.н


  
« 15 » 12 2017 г.  
  
« 18 » 12 2017 г.

СОГЛАСОВАНО


Директор библиотеки

  
« 20 » 12 2017 г.


Заведующий выпускающей кафедрой  
«Машиностроение и металлургия»

  
« 18 » 12 2017 г.  
г.

Директор ФЗДО

  
« 19 » 12 2017 г.

Начальник учебно-методического  
управления

  
« 21 » 12 2017 г.

## Введение

Рабочая программа дисциплины «Теория сварочных процессов» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 03 сентября 2015 года № 957, и основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 15.03.01 «Машиностроение» профиль «Оборудование и технология сварочного производства».

### 1 Аннотация дисциплины

<b>Наименование дисциплины</b>	<b>Теория сварочных процессов</b>							
<b>Цель дисциплины</b>	Дисциплина призвана формировать у студентов знания современных теоретических основ сварочных процессов.							
<b>Задачи дисциплины</b>	Дать студенту подготовку в области источников энергии при сварке, тепловых и металлургических процессов, кристаллизации и технологической прочности, овладеть методами и практическим применением расчётов сварочных процессов. Показать основные тенденции и направления современного развития теоретических основ сварки							
<b>Основные разделы дисциплины</b>	1. Дуговые процессы. 2. Основные понятия и законы тепловых процессов при сварке. 3. Металлургические процессы при сварке плавлением. 4. Термодеформационные процессы и кристаллизация металлов при сварке.							
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	10 з.е. / 360 академических часов							
		Аудиторная нагрузка, ч				СРС, ч	Промежуточная аттестация, ч	Всего за семестр, ч
	Семестр	Лекции	Пр. занятия	Лаб. работы	Курсовое проектирование			
	2 семестр	4		4		60	4	72
	3 семестр	4		8		128	4	144
4 семестр	4		8		123	9	144	
ИТОГО:		12		20		311	17	360

### 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Теория сварочных процессов» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой принимает участие дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)
ПК-17 умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения	З3(ПК-17-1) Знать: основы физико-химических процессов в дуговом разряде. Разновидности сварочных дуговых разрядов. Лучевые сварочные источники энергии.	У3(ПК-17-1) Уметь: выбрать эффективный способ и источник нагрева для сварки изделий	Н3(ПК-17-1) Владеть: основами преобразования разных видов энергий в тепловую
	З4(ПК-17-1) Знать: основные понятия и законы тепловых процессов при сварке	У4(ПК-17-1) Уметь: Рассчитать тепловые процессы при нагреве тела при действии точечного и линейного источника.	Н4(ПК-17-1) Владеть: методами расчетов тепловых процессов при сварке
	З2(ПК-17-2) Знать: металлургические процессы при сварке плавлением.	У2(ПК-17-2) Уметь: выбрать метод защиты сварного шва от растворения азота, водорода, кислорода при разных способах сварки	Н2(ПК-17-2) Владеть: основами физико-химического анализа распределения элементов между металлом – газом-шлаком
	З2(ПК-17-3) Знать: термомодеформационные процессы и кристаллизацию металлов при сварке.	У2(ПК-17-3) Уметь: анализировать связь структуры сварного соединения с его эксплуатационными свойствами	Н2(ПК-17-3) Владеть: методами предупреждения дефектов в сварном соединении

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория сварочных процессов» изучается на 1 и 2 курсах в 2, 3 и 4 семестрах.

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки необходимые знания, умения, навыки, сформированные на предыдущих этапах освоения компетенции при изучении таких дисциплин как «Введение в профессиональную деятельность», «Химия», «Физика», «Математика», «Технология конструкционных материалов».

Дисциплина «Теория сварочных процессов» необходима при дальнейшем изучении дисциплин:

- «Спец. курс по профессии "Сварщик" / Спец. курс по профессии "Контролер сварочных работ"»;
- «Контроль и управление технологическими процессами сварки»;
- «Современные сварочные материалы»;
- «Нормирование технологических процессов в сварочном производстве»;
- «Специальные методы восстановления деталей»;
- «Сварка специальных сталей и сплавов // Технология и оборудование специальных видов сварки»;
- «Контроль качества сварки»;
- «Технология производства сварных конструкций».

Дисциплина «Теория сварочных процессов» совместно с дисциплинами «Материаловедение», «Современные сварочные материалы», «Учебная практика», «Спец. курс по профессии "Сварщик" / Спец. курс по профессии "Контролер сварочных работ"», «Контроль и управление технологическими процессами сварки», «Нормирование технологических процессов в сварочном производстве», «Специальные методы восстановления деталей», «Освоение и внедрение технологических процессов» // «Наладка, монтаж и испытания новой продукции» и «Сварка специальных сталей и сплавов» // «Технология и оборудование специальных видов сварки» являются основой для успешного прохождения учебной, производственной, преддипломной практик и государственной итоговой аттестации на заключительном этапе освоения компетенций.

#### **4 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 360 академических часов.

Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	360
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	32
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	12

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Заочная форма обучения
занятия семинарского типа (лабораторные работы)	20
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа, включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	311
Промежуточная аттестация обучающихся	17

## 5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
<b>Раздел 1. Дуговые процессы</b>					
<b>Тема 1:</b> Физико-химические процессы в дуговом разряде	Лекция	2	Традиционная	ПК-17	ЗЗ(ПК-17-1)
<b>Тема 1:</b> Перенос металла в сварочной дуге:	Лабораторная работа	2	Традиционная	ПК-17	УЗ(ПК-17-1) НЗ(ПК-17-1)
<b>Тема 2:</b> Действие компонентов электродных покрытий на эластичность дугового разряда	Лабораторная работа	6	Традиционная	ПК-17	УЗ(ПК-17-1) НЗ(ПК-17-1)
	Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к лабораторным работам)	8	Освоение электронных материалов по дисциплине. Выполнение заданий	ПК-17	ЗЗ(ПК-17-1)
	Самостоятельная работа обучающихся (изучение)	7	Чтение основной и дополнительной литературы, конспектирование	ПК-17	ЗЗ(ПК-17-1)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
	теоретических разделов дисциплины)				
<b>Раздел 2 Основные понятия и законы тепловых процессов при сварке</b>					
<b>Тема 1:</b> Тепловые процессы при сварке.	Лекция	2	Традиционная	ПК-17	34(ПК-17-1)
<b>Тема:</b> Расчёт температурных полей при однопроводной сварке	Самостоятельная работа обучающихся (РГР)	21	Традиционная	ПК-17	34(ПК-17-1) У4(ПК-17-1) Н4(ПК-17-1)
	Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к лабораторным работам)	7	Освоение электронных материалов по дисциплине. Выполнение заданий	ПК-17	33(ПК-17-1) 34(ПК-17-1)
	Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов дисциплины)	7	Чтение основной и дополнительной литературы, конспектирование	ПК-17	33(ПК-17-1) 34(ПК-17-1)
<b>Текущий контроль по разделу 1 и 2</b>			Тестирование	ПК-17	33(ПК-17-1) У3(ПК-17-1) Н3(ПК-17-1) 34(ПК-17-1) У4(ПК-17-1) Н4(ПК-17-1)
<b>ИТОГО по разделу 1 и 2</b>	Лекции	4	Традиционная	ПК-17	33(ПК-17-1)
	Лабораторные работы	4	Традиционная	ПК-17	У3(ПК-17-1) Н3(ПК-17-1) У4(ПК-17-1) Н4(ПК-17-1)
	Самостоятельная работа обучающихся	60	-	ПК-17	33(ПК-17-1) 34(ПК-17-1) У4(ПК-17-1) Н4(ПК-17-1)
	Промежуточная аттестация	4	Зачет	ПК-17	33(ПК-17-1) У3(ПК-17-1) Н3(ПК-17-1)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
					34(ПК-17-1) У4(ПК-17-1) Н4(ПК-17-1)
<b>Раздел 3 Metallургические процессы при сварке плавлением.</b>					
<b>Тема 1:</b> Физико-химические основы металлургических процессов при сварке плавлением	Лекция	4	Интерактивная (презентация)	ПК-17	32(ПК-17-2)
<b>Тема 1:</b> Исследование металлургических процессов при сварке толстопокрытыми электродами	Лабораторная работа	2	Традиционная	ПК-17	32(ПК-17-2) У2(ПК-17-2) Н2(ПК-17-2)
<b>Тема 2:</b> Исследование металлургических процессов при сварке в защитных газах	Лабораторная работа	2	Традиционная	ПК-17	32(ПК-17-2) У2(ПК-17-2) Н2(ПК-17-2)
<b>Тема3:</b> Исследование термодинамических характеристик металлургических реакций	Лабораторная работа	2	Традиционная	ПК-17	32(ПК-17-2) У2(ПК-17-2) Н2(ПК-17-2)
<b>Тема 4:</b> Исследование кинетики окисления твердых металлов	Лабораторная работа	2	Традиционная	ПК-17	32(ПК-17-2) У2(ПК-17-2) Н2(ПК-17-2)
<b>Тема.</b> Анализ металлургических процессов при сварке сталей (марки сталей)	Самостоятельная работа обучающихся (РГР)	53	Традиционная	ПК-17	32(ПК-17-2) У2(ПК-17-2) Н2(ПК-17-2)
<b>Текущий контроль по разделу</b>			Тестирование	ПК-17	32(ПК-17-2) У2(ПК-17-2) Н2(ПК-17-2)
	Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к лабораторным работам)	39	Освоение электронных материалов по дисциплине. Выполнение заданий	ПК-17	32(ПК-17-2)
	Самостоятельная ра-	36	Чтение основной и дополни-	ПК-17	32(ПК-17-2)



Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
	бота обучающихся (изучение теоретических разделов дисциплины)		тельной литературы, конспектирование		
<b>ИТОГО по разделу 3</b>	Лекции	4	-	ПК-17	32(ПК-17-2)
	Лабораторные работы	8	-	ПК-17	У2(ПК-17-2) Н2(ПК-17-2)
	Самостоятельная работа обучающихся	128	-	ПК-17	32(ПК-17-2) У2(ПК-17-2)
	Промежуточная аттестация	4	Зачет с оценкой	ПК-17	32(ПК-17-2) У2(ПК-17-2) Н2(ПК-17-2)
<b>Раздел 4 Термодеформационные процессы и кристаллизация металлов при сварке.</b>					
<b>Тема 1:</b> Термодеформационные процессы и кристаллизация металлов при сварке.	Лекция	4	Интерактивная (презентация)	ПК-17	32(ПК-17-3) У2(ПК-17-3) Н2(ПК-17-3)
<b>Тема 1:</b> Изучение структуры сварного соединения стали	Лабораторная работа	2	Традиционная	ПК-17	32(ПК-17-3) У2(ПК-17-3) Н2(ПК-17-3)
<b>Тема 2:</b> Определения временных деформаций и напряжений в сварном соединении	Лабораторная работа	2	Традиционная	ПК-17	32(ПК-17-3) У2(ПК-17-3) Н2(ПК-17-3)
Анализ термодеформационных процессов при РДС, АДС, ЭШС, в CO <sub>2</sub> легированных сталях (марки сталей)	Самостоятельная работа обучающихся (КП)	53	Традиционная	ПК-17	32(ПК-17-3) У2(ПК-17-3) Н2(ПК-17-3)
<b>Текущий контроль по разделу 4</b>			Тестирование	ПК-17	32(ПК-17-3) У2(ПК-17-3) Н2(ПК-17-3)
	Самостоятельная работа обучающихся (подготовка)	34	Освоение электронных материалов по дисциплине. Выполнение	ПК-17	32(ПК-17-3)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
	к лабораторным работам)		заданий		
		36	Чтение основной и дополнительной литературы, конспектирование	ПК-17	32(ПК-17-3)
<b>ИТОГО по разделу 4</b>	Лекции	4	Традиционная	ПК-17	32(ПК-17-3)
	Лабораторные работы	8	Традиционная	ПК-17	У2(ПК-17-3) Н2(ПК-17-3)
	Самостоятельная работа обучающихся (КП)	123	-	ПК-17	32(ПК-17-3) У2(ПК-17-3) Н2(ПК-17-3)
	Промежуточная аттестация	9	Экзамен	ПК-17	32(ПК-17-3)
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине</b>					
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	Лекции	16	-	-	32(ПК-17-2) 32(ПК-17-3)
	Лабораторные работы	16	-	-	У2(ПК-17-2) Н2(ПК-17-2)-
	Самостоятельная работа обучающихся	311	-	-	33(ПК-17-1) У3(ПК-17-1) 34(ПК-17-1) У4(ПК-17-1) 32(ПК-17-3) У2(ПК-17-3) 32(ПК-17-2) У2(ПК-17-2)
	Промежуточная аттестация в 2 семестре	4	Зачет	-	33(ПК-17-1) У3(ПК-17-1) 34(ПК-17-1) У4(ПК-17-1)
	Промежуточная аттестация в 3 семестре	4	Зачет с оценкой	-	32(ПК-17-2) У2(ПК-17-2)
	Промежуточная аттестация в 4 семестре	9	экзамен	-	32(ПК-17-3) У2(ПК-17-3)
<b>ИТОГО:</b> общая трудоемкость дисциплины 360 часов.					

## 6 Перечень учебно-методического обеспечения

## **для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Теория сварочных процессов», состоит из следующих компонентов: подготовка и выполнение лабораторных работ; изучение теоретических разделов дисциплины; подготовка, выполнение, оформление и защита лабораторных работ, подготовка и выполнение расчетно-графической работы № 1, 2 и КП.

Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

1 Действие компонентов электродных покрытий на эластичность дугового разряда: Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Теория сварочных процессов» / сост. О.Н. Клешина. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2016 – 10 с.

2 Перенос металла в сварочной дуге: Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Теория сварочных процессов» для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение» / сост. О.Н. Клешина. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2016 – 12 с.

3 Изучение тепловых процессов при нагреве металла сварочной дугой: Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Теория сварочных процессов» / сост. О.Н. Клешина. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2016 – 8 с.

4 Кремне-марганцевосстановительные процессы при сварке под флюсом: Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Теория сварочных процессов» для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение» / сост. О.Н. Клешина. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2016 – 10 с.

5 Стойкость металла шва против образования пор при дуговой сварке сталей: Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Теория сварочных процессов» / сост. О.Н. Клешина. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2016 – 8 с.

6 Расчет температурных полей при сварки: Методические указания для выполнения РГР по курсу «Теория сварочных процессов» для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение» профиль «Оборудование и технология сварочного производства» всех форм обучения / сост. О.Н. Клешина. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018. – 13 с.

7 Расчет термодинамических характеристик реакций. Методические указания и варианты контрольных работ / Сост. Б.М. Соболев. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018. - 23 с

8 Физико-химические основы металлургических и машиностроительных производств. Конспект лекций / Сост. Б.М.Соболев, П.В. Бахматов - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2016. – 113 с

9 Анализ металлургических процессов при сварке сталей. Методические указания и варианты курсовых проектов / Сост. Б.М. Соболев. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018. - 14 с.

10 Определение плотности растворов: Методические указания к лабораторной работе 1 / Сост. Б.М. Соболев.- Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2015.-7 с.

11 Изучение зависимости поверхностных свойств от состава растворов: Методические указания к лабораторной работе 2 / Сост. Б.М. Соболев - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018.- 10 с.

12 Изучение фазовых переходов первого рода: Методические указания к лабораторной работе 3 / Сост. Б.М. Соболев - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2015.- 7 с.

13 Исследование кинетики окисления твердых металлов: Методические указания к лабораторной работе 4 / Сост. Б.М. Соболев. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2017. - 10 с.

14 Исследование кинетики восстановления оксидов металлов с участием твердого углерода : методические указания к лабораторной работе 5 / сост. : Б. М. Соболев – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018. – 12 с.

15 Изучение термодинамических характеристик реакции диссоциации карбонатов и других соединений : Методические указания к лабораторной работе 6 / Сост. Б.М. Соболев. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018. - 7 с.

16 Исследование металлургических процессов при сварке в защитных газах Методические указания к лабораторной работе 7. / Сост. Б.М. Соболев. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2017. - 5 с.

17 Исследование металлургических процессов при сварке под флюсом. Методические указания к лабораторной работе 8. / Сост. Б.М. Соболев. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2017. - 6 с.

18 Исследование металлургических процессов при сварке толстопокрытыми электродами. Методические указания к лабораторной работе 9. / Сост. Б.М. Соболев. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2017. - 6 с.

19 Изучение структуры сварного соединения стали. Методические указания к лабораторной работе 10/ Сост. Б.М. Соболев. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2017. - 6 с.

20 Определения временных деформаций и напряжений. Методические указания к лабораторной работе 6. / Сост. Б.М. Соболев. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2017. - 6 с.

21 Дилатограммы стали при нагреве и охлаждении образцов. Методические указания к лабораторной работе 12. / Сост. Б.М. Соболев. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2018. - 6 с.

22 Теория сварочных процессов: Учеб. для вузов по спец. «Оборуд. и технология сварочн. пр-ва»/ /В. Н. Волченко, В. М. Ямпольский, В. А. Винокуров и др.; Под ред. В. В. Фролова. — М.: Высш. шк., 1988. 559 с: ил

23 РД ФГБОУ ВО «КнАГТУ» 013-2016. Текстовые студенческие работы. Правила оформления. – Введ. 2016-03-04. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2016. – 55 с.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 4.1, 4.2, 4.3.

Общие рекомендации по организации самостоятельной работы:

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них – это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 1 - 3 часа ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Ритм в работе – это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий (построение графиков и т.п.).

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.



## 7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
<b>Раздел 1;</b> Дуговые процессы.	33(ПК-17-1) У3(ПК-17-1) Н3(ПК-17-1)	Лабораторные работы	Выполнение в соответствии с выданным заданием
		Тест, теоретические вопросы	Общая сумма баллов, которая может быть получена за тест
<b>Раздел 2;</b> Основные понятия и законы тепловых процессов при сварке.	34(ПК-17-1) У4(ПК-17-1) Н4(ПК-17-1)	Лабораторные работы	Выполнение в соответствии с выданным заданием
		Расчетно-графической работы №1	Выполнение в соответствии с выданным заданием
		Тест, теоретические вопросы	Общая сумма баллов, которая может быть получена за тест
<b>Раздел 3;</b> Металлургические процессы при сварке плавлением	32(ПК-17-2) У2(ПК-17-2) Н2(ПК-17-2)	Лабораторные работы	Демонстрирует использование теории металлургических процессов при сварке плавлением
		Теоретические вопросы	
		Расчетно-графической работы №2	
		Тест	
<b>Раздел 4;</b> Термодеформационные процессы и кристаллизация металлов при сварке.	32(ПК-17-3) У2(ПК-17-3) Н2(ПК-17-3)	Лабораторные работы	Демонстрирует использование теории термодеформационных процессов и кристаллизации при сварке металлов
		Тест, теоретические вопросы	
		Курсовой проект	
		Теоретические вопросы к экзамену	

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета (2 семестр), (зачета с оценкой (3 семестр) и экзамена (4 семестр).

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
2 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме зачета</i>				
1	Тест, теоретические вопросы	В конце семестра	100 баллов	100 баллов – 100 % правильных ответов. 80 баллов – 80% правильных ответов. 60 баллов – 60 % правильных ответов. 50 баллов – меньше 50 % правильных ответов.
2	Лабораторные работы	В течение семестра	Зачтено/ незачтено	Зачтено- выполнено верно Незачтено-выполнено не верно
3	РГР	В течение семестра	50 баллов	50 баллов – студент полностью выполнил задание расчетно-графической работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала, расчетно-графическая работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 40 баллов – студент полностью выполнил задание расчетно-графической работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении работы. 30 баллов – студент полностью выполнил задание расчетно-графической работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления работы имеет недостаточный уровень. 20 баллов – студент не выполнил задание расчетно-графической работы.
ИТОГО:		-	150 баллов	
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b>                      0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «незачтено»;                      65 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «зачтено» .</p>				



	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
3 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой</i>				
1	Тест, теоретические вопросы	В конце семестра	100 баллов	100 баллов – 100 % правильных ответов. 100 баллов – 100 % правильных ответов. 80 баллов – 80% правильных ответов. 60 баллов - 60 % правильных ответов. 50 баллов – меньше 50 % правильных ответов.
2	Лабораторные работы (4 работы)	В течение семестра	5 баллов за каждую лабораторную работу	5 баллов - студент правильно выполнил лабораторные работы. Показал отличные знания при защите в рамках освоенного учебного материала. 4 балла - студент выполнил лабораторные работы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания при защите в рамках освоенного учебного материала. 3 балла - студент выполнил лабораторные работы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания при защите в рамках освоенного учебного материала. 2 балла - при выполнении и защите лабораторных работ студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. 1 балл – работа выполнена, но не защищена.
3	РГР		40	40 баллов - студент правильно выполнил задание. Показал отличное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите. 30 баллов - студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите. 20 баллов - студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей. 0 баллов - при выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.
ИТОГО			160 баллов	

**Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:**

0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);

65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);

75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);

85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
3 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме экзамена</i>				
1	Тест, теоретические вопросы	В конце семестра	100 баллов	100 баллов – 100 % правильных ответов. 100 баллов – 100 % правильных ответов. 80 баллов – 80% правильных ответов. 60 баллов – 60 % правильных ответов. 50 баллов – меньше 50 % правильных ответов.
2	Лабораторные работы (2 работы)	В течение семестра	4 балла за каждую лабораторную работу	4 балла - студент правильно выполнил лабораторные работы. Показал отличные знания при защите в рамках освоенного учебного материала. 3 балла - студент выполнил лабораторные работы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания при защите в рамках освоенного учебного материала. 2 балла - студент выполнил лабораторные работы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания при защите в рамках освоенного учебного материала. 1 балл - при выполнении и защите лабораторные работы студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. 0 балл – работа не выполнена и не защищена.
3	Экзамен		5 баллов	5 балла - студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы. 4 балла - студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов. 3 балла - студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей. 2 балла - при ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.

	ИТОГО		113 балла	
<b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b> 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)				
1	Курсовой проект	В течение семестра	5 баллов	<p>5 баллов - студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.</p> <p>4 балла - студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.</p> <p>3 балла - студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.</p> <p>2 балла - при выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.</p>

## Задания для текущего контроля

Лабораторные работы приведены в лабораторных практикумах, размещенных на сайте университета.

### Лабораторная работа №1

Задание. Изучить влияние параметров процесса ручной дуговой сварки на характер переноса металла в сварочной дуге.

1. Ознакомиться со схемой сборки лабораторного стенда.
2. Установить ориентировочно значение сварочного тока 80 А.
3. Измерить первоначальную длину электрода  $L_1$ .
4. Включить электродвигатель установки для вращения медного диска.
5. Произвести наплавку на диск. Время наплавки 18...20 с. Длина дуги во время эксперимента, по возможности, должна поддерживаться постоянной. В процессе наплавки зафиксировать фактическое значение сварочного тока  $I_f$  и время наплавки  $t$ .
6. Отключить электродвигатель установки для вращения медного диска и источник питания.
7. Собрать застывшие капли на лист бумаги, удалив при этом шлак. Определить количество капель  $M$ . На весах с точностью до 0,01 г определить массу капель (количество наплавленного металла)  $G_n$ .
8. Измерить длину электрода после эксперимента  $L_2$ .
9. Результаты эксперимента занести в таблицу 2.
10. Изменяя условия экспериментов согласно таблице 2, выполнить пп. 3..9.
11. Для каждого эксперимента определить: среднюю массу капли  $P$ ; массу расплавленного металла  $G_p$ ; количество капель, переносимых за одну секунду  $N$ ; коэффициенты расплавления  $\alpha_p$ , наплавки  $\alpha_n$  и потерь  $\psi$ . Результаты занести в табл. 2.
12. Построить графики зависимостей  $\alpha_p = f(I)$ ;  $\alpha_n = f(I)$ ;  $\psi = f(I)$ ;  $M = f(I)$ ;  $P = f(I)$  для прямой и обратной полярности тока.
13. Обобщить результаты работы и сделать выводы, в которых отразить и объяснить влияние значения и полярности сварочного тока на  $\alpha_p$ ,  $\alpha_n$ ,  $\psi$ ,  $M$  и  $P$ .

### Лабораторная работа №2

Задание. Изучить действие компонентов электродных покрытий на эластичность электрической сварочной дуги.

1. Ознакомиться с устройством лабораторной установки.
2. Установить пластину, очищенную от грязи и ржавчины, на столик. Закрепить электродный стержень в электрододержателе, обеспечивая вылет 200-250 мм.
3. Переключая ножи балластного реостата, установить ток короткого замыкания 160-180 А.
4. Включить источник питания, с помощью потенциометра установить

значение напряжения холостого хода  $U_{xx} = 60$  В.

5. Закоротить электрод на пластину.
6. Отключить источник питания дуги.
7. Перемещая столик и ориентируясь по измерительной линейке, установить промежуток между торцом электрода и пластиной 2 мм.
8. Включить источник питания. Установить напряжение холостого хода 50 В. Кратковременным замыканием промежутка между стержнем и пластиной угольным электродом зажечь дугу.
9. После естественного обрыва дуги отключить источник питания.
10. Определить значение разрывной длины дуги  $L_p$ , фиксируя положение указателя измерительной линейки до и после перемещения столика. Точность измерения  $L_p$  0,5 мм. Перед измерением необходимо удалить остатки шлака с венчика наплавленного металла.
11. Повторить эксперимент при тех же условиях не менее двух раз.
12. Определить среднее значение  $L_p$ . Результаты измерений и расчетов занести в таблицу.

### Лабораторная работа №3

Задание. Определить кинетические характеристики процесса восстановления исследуемого оксида металла твердым углеродом (скорость и степень восстановления, кажущуюся энергию активации  $E_{акт}$  процесса).

Работу проводят в соответствии с индивидуальным заданием, учитывающим тип восстанавливаемого оксида металла и используемого восстановителя, предварительную подготовку шихты, добавки активаторов, способ укладки шихты в тигель и другие конкретные условия эксперимента. Предварительно рассчитывают количество углерода, необходимое для восстановления навески оксида металла ( $Fe = 55,85$ ;  $C = 12,01$ ;  $O_2 = 32$ ).

1. Принимают избыточное количество углерода (10 ... 15 %) по сравнению с рассчитанным на основе стехиометрии реакции.
2. На аналитических весах взвешивают пустую лодочку ( $g_{л}$ ) с точностью до 0,01 г и подготовленную шихту ( $g = 2,00$  г), затем заполняют лодочку шихтой. Для контроля взвешивают заполненную шихтой лодочку и записывают начальную массу  $g_{н}$ , а также состав шихты (%).
3. Включают печь и устанавливают рабочую температуру. После стабилизации заданной температуры лодочку с навеской осторожно помещают в печь и фиксируют объем газа в трубке 1 через каждую минуту, данные заносят в таблицу.
4. Через 5 мин лодочку вынимают закрывают кран 6, фиксируют данные о времени, температуре, определяют массу оставшейся шихты, данные заносят в таблицу. После этого устанавливают вторую подготовленную лодочку, открывают кран 6 фиксируют объем газа в трубке 1 через каждую минуту, лодочку вынимают через 10 мин. Затем такую же операцию производят с третьей лодочкой, выдерживая ее в печи 20 мин.
5. После этого отключают печь. Конечную массу лодочки с шихтой  $g_k$  записывают в таблицу.
6. Построить график зависимости уменьшения массы шихты  $\Delta m_i$ , г, от

времени  $\tau_i$ , мин, при разных температурах. Уменьшение массы  $\Delta m_i$  шихты за время  $\tau_i$  рассчитывают по формуле  $\Delta m_i = (m_0 - m_i)/m_0 \cdot 100\%$ .

7. Уменьшение массы шихты  $\Delta m_i$  при ее восстановлении за время  $\tau_i$  складывается из потерь масс  $\Delta m_{O_2(\tau)}$ , г, кислорода оксидом металла и  $\Delta m_{C(\tau)}$ , г, углерода.

8. Построить график зависимости увеличения объема выделившегося оксида от времени для разных температур.

9. Рассчитать изменение во времени  $\tau_i$  степени восстановления  $\alpha_T$  оксида металла по уравнению

$$\alpha_T = \frac{\Delta m_{O_2(\tau)}}{m'_{O_2}},$$

где  $m'_{O_2}$  – исходная масса кислорода в оксиде металла в первоначальной шихте, г.

10. Исходную массу кислорода можно рассчитать по формуле

$$m'_{O_2} = m (\% Me_x O_y / 100) \cdot 16y / M_{Me_x O_y},$$

где  $m$  – начальная навеска шихты, г;  $(\% Me_x O_y)$  – массовое содержание оксида металла в шихте, %.

Текущую массу кислорода можно рассчитать по формуле

$$\Delta m_{O_2(\tau)} = \Delta m_i (Me_x O_y / 100 \cdot 16y / M_{Me_x O_y} - 12y M_{CO})$$

11. Построить график зависимости степени восстановления  $\alpha_T$  от времени  $\tau_i$  процесса восстановления  $\alpha_T = f(\tau_i)$ . По этому графику определить скорость процесса восстановления  $v$  (как тангенс угла наклона средней прямолинейной части кинетической кривой изменения степени восстановления  $\alpha_T$  от времени  $\tau$ ). Для этого строят касательную к средней части кинетической кривой  $\alpha_T = f(\tau_i)$ , находят среднюю скорость по формуле

$$v = \Delta \alpha / \Delta \tau.$$

12. Определить кажущуюся энергию активации ( $E_{акт}$ ) процесса восстановления. Для этого, определив скорости процессов восстановления при различных температурах, строят график зависимости логарифмов скоростей реакции от обратных абсолютных температур  $\lg v - (1/T)$ . По этому графику рассчитывают тангенс угла наклона  $\operatorname{tg} \beta = \Delta(\lg v) / \Delta(1/T)$  и определяют кажущуюся энергию активации процесса восстановления оксида металла углеродом, Дж:

$$E_{акт} = 19,14 \operatorname{tg} \beta.$$

13. Расчетные данные поместить в таблице.

#### Лабораторная работа №4

Задание. Изучить металлургические процессы, протекающие при сварке в защитных газах; оценить внешний вид и определить геометрические размеры

сварного шва; определить содержание марганца и кремния в основном металле, сварочной проволоке и металле шва.

1. Ознакомиться с устройством сварочного автомата. Под руководством учебного мастера произвести пробную сварку.

2. Зачистить поверхность образцов на наждачном камне до металлического блеска.

3. Произвести сварку образца сварочной проволокой Св-08Г2С в углекислом газе.

4. Разрезать образец поперёк сварного шва и зачистить поверхность среза на наждачном камне до металлического блеска.

5. Определить на зачищенной поверхности макрошлифа геометрические размеры сварного шва.

6. Определить с помощью спектрального анализа содержание марганца и кремния в основном металле, сварочной проволоке и металле шва.

### **Лабораторная работа №5**

Задание. Изучить металлургические процессы, протекающие при сварке под флюсом малоуглеродистых сталей; оценить внешний вид и определить геометрические размеры сварного шва; определить содержание марганца и кремния в основном металле, сварочной проволоке и металле шва.

1. Ознакомиться с устройством сварочного автомата. Под руководством учебного мастера произвести пробную сварку.

2. Зачистить поверхность образцов на наждачном камне до металлического блеска.

3. Произвести сварку образца под флюсом ОСЦ-45 или АН-348А. Марка флюса указывается преподавателем.

4. Разрезать образец поперёк сварного шва и зачистить поверхность макрошлифа на наждачном камне до металлического блеска.

5. Определить на зачищенной поверхности макрошлифа геометрические размеры сварного шва.

6. Определить с помощью спектрального анализа содержание марганца и кремния в основном металле, сварочной проволоке и металле шва.

### **Лабораторная работа №6**

Задание. Изучить физико-химическое взаимодействие между шлаком, газовой фазой и жидким металлом в процессе сварки покрытыми электродами; получить представление о внешнем виде металла шва и поперечном сечении наплавленного валика; определить содержание марганца и кремния в основном металле, стержне электрода и металле шва.

1. Зачистить поверхность образцов на наждачном камне до металлического блеска.

2. Наплавить на поверхность образцов валики указанными марками электродов. Сила тока – 160...200 А.

3. Разрезать ножовкой образцы поперёк наплавленных валиков и зачистить поверхность среза на наждачном камне до металлического блеска.

4. Определить на зачищенной поверхности макрошлифа размеры наплавленного валика.

5. Определить с помощью спектрального анализа содержание марганца и кремния в основном металле, стержне электрода и металле шва.

### **Лабораторная работа №7**

Задание. Изучить структуру сварного соединения стали; определить макроструктуру сварного шва; определить микроструктуру наплавленного и основного металла, а также зоны термического влияния.

1. Отполировать образцы сварного соединения и протравить их для металлографического исследования макро- и микроструктуры.

2. Изучить и описать макроструктуру сварного шва.

3. Изучить и описать микроструктуру наплавленного металла шва, зоны термического влияния и основного металла.

### **Лабораторная работа №8**

Задание. Изучить временные деформации и напряжения, при сварке малоуглеродистых сталей; определить геометрические размеры деформации околошовной зоны и шва.

1. Ознакомиться с устройством сварочного автомата. Под руководством учебного мастера произвести пробную сварку.

2. Зачистить поверхность образцов.

3. Нанести керном базу 10...15 мм продольных деформаций и поперечных деформаций под углом  $45^\circ$  и  $135^\circ$ .

4. Произвести сварку с заданной скоростью заданной мощностью.

5. Сразу после сварки измерить изменение базы и температуру околошовной зоны

5. Данные занести в таблицу.

6. Рассчитать наблюдаемые деформации металла при сварке  $\varepsilon_{\text{хн}}$ ,  $\varepsilon_{1\text{н}}$ ,  $\varepsilon_{2\text{н}}$ .

### **Перечень вопросов для защиты лабораторных работ**

1. Какие свойства дугового разряда относятся к технологическим?

2. Что такое эластичность сварочной дуги и чем она оценивается?

3. В чем заключается методика определения разрывной длины дуги по К. Хренову?

4. Как влияет на величину разрывной длины дуги напряжение холостого хода источника питания, сумма приэлектродных падений напряжения и напряженность электрического поля столба дуги?

5. За счет каких мер можно добиться повышения устойчивости горения дуги?

6. Что такое потенциал ионизации и работа выхода? Каково их влияние на характер горения дуги?



7. Что принято понимать под степенью ионизации и эффективным потенциалом ионизации?

8. Какая газовая атмосфера должна создаваться вокруг сварочной дуги - с высоким или низким потенциалом ионизации?

9. Какие компоненты, кроме рассмотренных в работе, можно рекомендовать для введения в электродные покрытия с целью повышения эластичности дуги?

10. Какие компоненты электродных покрытий снижают эластичность сварочной дуги?

11. Какие виды переноса электродного металла через дугу Вы знаете?

12. В чём проявляется влияние переноса металла на процесс сварки?

13. Какие силы действуют на каплю и каково их влияние на процесс переноса?

14. Какие факторы определяют характер переноса металла?

15. Чем обусловлено изменение тока и напряжения при ручной дуговой сварке?

16. Перечислите основные характеристики процесса плавления электродного металла.

17. От каких факторов они зависят?

18. Какие существуют методы управления переносом электродного металла в процессе сварки.?

19. Как классифицируются флюсы по способу изготовления?

20. Какова сущность кремне-марганцевосстановительных процессов при сварке под флюсом?

21. Какие реакции протекают в высокотемпературной области сварочной ванны?

22. Как влияет концентрация элементов на восстановление кремния и марганца железом?

23. Какова сущность механизмов осаждающего и диффузионного раскисления?

24. Какие реакции протекают в хвостовой части сварочной ванны?

25. Какие факторы определяют интенсивность кремне-марганцевосстановительных процессов?

26. Как влияет напряжение на дуге, значение и полярность сварочного тока на процессы восстановления  $Si$  и  $Mn$  из флюса?

27. Какова природа образования пор в сварных швах?

28. Какие газы оказывают наибольшее влияние на образование пор при сварке низколегированных сталей?

29. Каковы основные причины образования пор водородного происхождения?

30. Какие мероприятия предусматриваются для предупреждения пор, вызванных водородом? К чему сводятся технологические мероприятия?

31. В чем заключаются металлургические меры борьбы с водородом при сварке?

32. Какова сущность процесса связывания водорода в газовой фазе? Приведите примеры реализации этого способа борьбы с водородом.

33. Какова роль кремнезема в уменьшении пористости швов из низкоуглеродистой стали?

34. Какие существуют способы уменьшения растворимости водорода в жидком металле?

35. Какова сущность процесса удаления водорода из сварочной ванны?

36. Какая существует связь между раскисленностью металла шва и порообразованием?

37. Как влияют параметры процесса сварки на образование пор?

38. Опишите методику исследования влияния различных факторов на образование пор, предложенную К. В. Любавским. Что является критерием оценки стойкости швов против порообразования?

39. Что такое раствор и какова сущность растворения?

40. Какие различия между идеальными и реальными растворами?

41. В чем отличие моляльности от молярности?

42. Какие методы используют для определения плотности растворов?

43. Каковы причины возникновения поверхностного натяжения растворов?

44. Дать выводы, формулы для расчета поверхностного натяжения методом максимального давления в пузырьке газа.

45. Какова связь поверхностного натяжения и адсорбции с составом раствора?

46. Как влияет вид газа на величину поверхностного натяжения и адсорбцию?

47. Определить сущность правила фаз Гиббса.

48. Какова зависимость давления насыщенного пара одно- и двухкомпонентных систем от различных параметров?

49. Каков физический смысл уравнения Клапейрона-Клаузиуса.

50. Какова методика определения  $\Delta H_n$  и  $\Delta S_{исп}$  по данным опытов?

51. Описать порядок выполнения работы.

52. Дать анализ результатов опытов.

53. При каких условиях происходит окисление твердых металлов?

54. Каковы основные стадии процесса окисления твердых металлов?

55. Каков механизм окисления твердых металлов?

56. В чем различие механизмов окисления металлов, которые образуют оксиды, относящиеся к *p*- и *n*-полупроводникам?

57. Какие металлы окисляются по прямолинейному и параболическому законам?

58. От каких факторов зависит скорость окисления металлов?

59. Каким способом определяют изменение массы образца?

60. По каким данным рассчитывают константу скорости окисления?

61. На основе каких данных определяют значение кажущейся энергии активации процесса окисления?

62. Что подтверждает участие реакции газификации углерода в процессе

восстановления оксидов металлов?

63. Можно ли на основании состава газа сделать вывод о лимитирующей реакции процесса восстановления изучаемых оксидов металлов углеродом

64. Каковы кажущиеся энергии активации процессов газификации углерода и косвенного восстановления оксидов металлов?

65. Как изменяются кажущиеся энергии активации процесса восстановления углеродом различных оксидов металлов?

66. В каких случаях процесс восстановления оксидов металлов углеродом лимитируется реакциями газификации углерода или косвенного восстановления?

67. В чем состоят особенности методики, используемой в работе?

68. Влияние каких факторов на процесс восстановления можно изучить в данной работе?

69. Каким способом можно определить термодинамическую температуру начала восстановления оксида металла углеродом?

70. Какая реакция изучается в работе?

71. Какие величины можно рассчитать на основании экспериментальных данных?

72. Сформулируйте термодинамическое условие начала диссоциации карбоната кальция.

73. Какой метод исследования положен в основу работы?

74. Какие переменные определяют равновесное состояние системы?

75. Влияет ли степень дисперсности карбоната и оксида металла на равновесное давление  $p_{CO_2}$

76. Какой прибор используют для измерения, вакуума в системе? Какова его точность? Принцип работы?

77. При каких условиях измеряется давление диссоциации карбонатов: при равномерном нагреве; при изотермических выдержках; при изотермических выдержках в условиях установившегося давления в системе?

78. Какие величины являются количественными характеристиками термодинамической прочности химических соединений?

79. Какие функции выполняет защитный газ при сварке?

80. Какие виды защитных газов применяются в сварке?

81. Какой путь борьбы с окислительной способностью газовой фазы используется при сварке в углекислом газе?

82. Какие функции выполняет шлак при автоматической сварке под флюсом?

83. Из каких основных компонентов состоит сварочный флюс?

84. Как можно определить содержание марганца и кремния в металле шва при сварке под флюсом?

85. Какие существуют типы покрытий электродов для ручной дуговой сварки?

86. Какие металлургические процессы протекают в процессе сварки толстопокрытыми электродами с различными типами покрытий?

87. Почему содержание марганца и кремния в основном металле, стержне электрода и металле шва различно?
88. Дайте описание характерных зон сварного соединения.
89. Опишите структуры металла шва, основного металла и ЗТВ.
90. Опишите методы оценки временных сварочных напряжений
91. Какова связь между угловыми и линейными деформациями?
92. Как можно определить свободную температурную деформацию?
93. Что такое свободная температурная деформация и как она определяется?
94. Каковы причины изменения размеров образца при нагревании и охлаждении?
95. Структурные превращения в стали и их связь со свободной деформацией.

### **Расчетно-графическая работа № 1 (2 семестр) «Расчёт температурных полей при однопроходной сварке»**

Цель расчетно-графической работы - закрепить знания теоретического материала по разделу " Основные понятия и законы тепловых процессов при сварке ".

В задании даны марка и толщина свариваемого материала, тип соединения, вид сварки. На основании этих данных необходимо выбрать расчётную схему.

При выборе расчетных зависимостей, а также параметров режима сварки и теплофизических свойств металла следует работать с технической литературой и справочным материалом.

Основная задача работы - выполнить расчет температурных полей, которые представляются в виде графических зависимостей:

-  $T=f(t)$  - термических циклов кривых для точек, расположенных на различном расстоянии  $y$  от оси шва. При этом  $z$  принимается равной  $z=0$ .

Расчет температурных полей рекомендуется производить при помощи ЭВМ

Необходимо определить параметры, дающие представление о процессах, происходящих в металле шва и зоне термического влияния:

- максимальную температуру ( $T_{max}$ ) в точке с координатой  $y=2\Delta y$ , где  $\Delta y$  - шаг по  $y$  для термических циклов:

- мгновенную скорость охлаждения ( $w$ ) точек, лежащих на оси шва, при температуре  $T=0,4T_{пл}$ ;

- длительность пребывания выше температуры  $T=0,4T_{пл}$  точек шва с координатой  $y=2\Delta y$ ;

- длину сварочной ванны  $L$  ;

- ширину шва  $B$ ;

- ширину зоны нагрева  $\Delta l$  между изотермами для температур  $T=0,4T_{пл}$  и  $T=0,6T_{пл}$ .

Таблица 7 - Варианты заданий

Номер варианта	Материал	Тип соединения	Толщина пластины	Толщина стенки (накладки), мм	Способ сварки (наплавки)	Диаметр сварочной проволоки, мм	Катет шва, мм
1	Ст3	Н	45	2	ДЗГ	0,8	2
2	Ст3	С	4	-	РДС	3	-
3	Ст3	С	100	-	ДФ	5	-
4	Ст3	С	3	-	ДФ	2	-
5	Ст3	С	3	-	ДЗГ	1,4	-
6	Ст3	Н	40	10	РДС	5	6
7	Ст3	Н	30	30	ДФ	3	4
8	Ст3	Н	1,3	1,3	ДЗГ	0,5	1,2
9	Ст3	Н	30	3	ДЗГ	1,4	3
10	Ст3	Т	4	4	ДФ	2	4
11	Ст3	Т	40	6	ДФ	4	6
12	Ст3	С	50	-	РДС	5	-
13	Ст3	С	90	-	ДФ	5	-
14	Ст3	С	0,6	-	ДЗГ	0,5	-
15	Ст3	С	50	-	ДЗГ	2	-
16	Ст3	С	110	-	ДФ	5	-
17	Ст3	Н	50	5	РДС	5	5
18	Ст3	Н	5	3	РДС	4	3
19	Ст3	Н	35	5	ДФ	4	5
20	Ст3	Н	45	8	ДФ	3	5
21	Ст3	Н	1,3	1	ДЗГ	0,5	1
22	X18H10T	С	5	-	РДС	4	-
23	X18H10T	Т	3	3	РДС	3	3
24	Ст3	Т	5	2	РДС	4	3
25	Ст3	Т	4	3	РДС	4	2
26	Ст3	Т	1,3	1,3	ДЗГ	0,6	1,2
27	Ст3	Т	30	20	ДЗГ	2	7
28	Ст3	Н	50	10	ДФ	5	6
29	AL	Т	30	20	ДЗГ	4	7
30	Ст3	Т	100	10	ДФ	5	8
31	АМц	Н	50	10	РДС	6	5
32	Ст3	Н	5	3	ДФ	2	3

### Расчетно-графическая работа № 2 (3 семестр)

«Анализ металлургических процессов при сварке сталей (марки сталей)»

Описать структуру шва и околошовной зоны для сталей №1,2 (таблица 8).

### Варианты курсового проекта (4-й семестр).

«Анализ термомеханических и структурных процессов при сварке сталей (марки сталей параметры изделий).

Провести анализ структурных и термомеханических процессов при сварке «Стали №2» (таблица 8) выбранным способом и режиме сварки.. Разработать устройство для оценки термомеханических процессов при сварке.

Таблица 8 - Варианты заданий

Вариант	Сталь №1	Сталь №2	Толщина свариваемых деталей, мм	Номер варианта	Сталь №1	Сталь №2	Толщина свариваемых деталей, мм
1	10	15X12ВНМФ	5	22	20Г	ХВГ	30
2	20	08X17Г	100	23	30ХМ	10X13	20
3	30	15X25	60	24	15X12ВНМФ	12ХМФ	30
4	09Г2С	12X17	25	25	08X17Г	10	8
5	10ХГС	09X16Н4Б	80	26	15X25	20	20
6	15ХСНД	40X13	20	27	12X17	30	10
7	17ГС	30X13	10	28	09X16Н4Б	09Г2С	5
8	40	14X17Н2	80	29	40X13	10ХГС	25
9	40X	15ХНМФ	8	30	30X13	15ХСНД	50
10	45	12X13	40	31	14X17Н2	17ГС	80
11	35	20X13	15	32	15ХНМФ	40	5
12	10ХСНД	0X13	8	33	12X13	40X	10
13	08кп	X17	90	32	20X13	45	15
14	Ст3	X5ВФ	10	35	0X13	35	5
15	Ст2	X8ВФ	25	36	X17	10ХСНД	30
16	Ст1	12К	60	37	X5ВФ	08кп	20
17	Ст4	15К	30	38	X8ВФ	Ст3	8
18	30ХН	20К	8	39	12К	Ст2	10
19	30ХГС	12ХМФ	50	40	15К	Ст1	6
20	12ХН2	15Х5МФ	20	41	20К	Ст4	20
21	25ХГСА	X	10	42	12ХМФ	30ХН	30

### Варианты тестов

#### К разделу 1

1	Дайте определение термину «сварной шов».
А	Участок сварного соединения, образовавшийся в результате кристаллизации расплавленного металла.
Б	Расплавленный металл в месте соединения свариваемых деталей.
В	Неразъемное соединение, выполненное сваркой.
2	Дайте определение термину «свариваемость».
А	Отношение металла к совокупности физико-химических процессов, определяющих возможность получения сварного соединения без дефектов с требуемыми эксплуатационными свойствами.
Б	Комплексные свойства металла, определяющего возможность получения качественного сварного соединения с заданными эксплуатационными свойствами при дуговой сварке.
В	Процесс образования сварных соединений при сварке плавлением.
3	В чем принципиальные трудности образования сварных соединений?
А	В световом и тепловом воздействии на сварщика во время сварки.
Б	В наличии микронеровностей, загрязнений на поверхности свариваемых деталей.
В	В появлении напряжений и деформаций в процессе сварки.
4	Что следует понимать под энергией активации?
А	Энергия, необходимая для перевода атомов в химически активное состояние.
Б	Энергия, необходимая для поверхностной очистки металлов от загрязнений.
В	Энергия, необходимая для вывода на поверхность ювенильных слоев металла.
5	Какие существуют принципы классификации видов сварки?

А	По технологическим признакам.
Б	По техническим признакам.
В	По физическим признакам.
6	Как классифицируются виды сварки по состоянию металла в сварочной зоне в момент сварки?
А	Сварка в жидкой фазе, твердой фазе, твердожидкой фазе.
Б	Сварка в жидкой и твердой фазе.
В	Сварка металла, имеющую чистую или окисленную поверхность.
7	Какие существуют способы защиты металла в зоне сварки?
А	Газовой фазой, шлаковой фазой.
Б	Газовой и шлаковой фазой.
В	Инертными газами, нейтральными солями.
8	За счет каких процессов происходит образование сварного соединения при холодной сварке?
А	В результате рекристаллизации.
Б	В результате перекристаллизации.
В	В результате явления схватывания.
9	При каких методах контактной сварки сварной шов имеет дендритное строение?
А	При контактной стыковой сварке сопротивлением.
Б	При контактной стыковой сварке оплавлением.
В	При шовной сварке.
10	Какие физико-химические процессы обеспечивают получение сварного соединения при сварке плавлением?
А	Плавление, смачивание, взаимная кристаллизация.
Б	Дегазация, термическая диссоциация, образование эвтектик.
В	Плавление, смачивание, образование интерметаллидов.
11	Какие процессы обеспечивают получение непрерывной структурной связи при контактной стыковой сварке?
А	Очистка металла от поверхностных загрязнений, рекристаллизация.
Б	Предварительный подогрев изделий, рекристаллизация.
В	Очистка металла от поверхностных загрязнений, взаимная кристаллизация.
12	Какие свойства свариваемых металлов анализируются при анализе их металлургической совместимости при сварке плавлением?
А	Их химическую активность, тип кристаллической решетки.
Б	Теплофизические характеристики, возможность образования жидких и твердых растворов.
В	Возможность образования дефектов первичной кристаллизации сварочной ванны.
13	Как влияет взаимная растворимость свариваемых металлов на образование сварного соединения при сварке плавлением?
А	Не оказывает влияния.
Б	Обеспечивает непрерывную структурную связь.
В	Обеспечивает непрерывную структурную связь в случае предварительного подогрева свариваемых металлов.
14	Какие технологические приемы обеспечивают получение сварного соединения при сварке плавлением металлов, не образующих твердых растворов?
А	Предварительный подогрев.
Б	Увеличение содержания интерметаллидов в металле шва.
В	Использование промежуточных вставок из других металлов.
<b>К разделу II</b>	
15	Какие источники тепла применяются в сварочной технике?
А	Обладающие высокой концентрацией тепла.

Б	Обеспечивающие скорость сварки не менее 50 м/ч.
В	Обладающие тепломощностью не менее 15 кДж/с.
16	Каким требованиям должны удовлетворять источники тепла, применяемые для сварки?
А	Требование транспортабельности.
Б	Требование экономичности, удобства в применении.
В	Требование экологической чистоты.
17	В каких единицах измеряется тепловая мощность источника тепла?
А	Дж.
Б	Дж/с.
В	Дж/с×см <sup>2</sup> .
18	В каких единицах измеряется удельная тепловая мощность источника?
А	Дж.
Б	Дж/с.
В	Дж/с×см <sup>2</sup> .
19	В чем отличие тлеющего разряда от дугового разряда?
А	Тлеющий разряд имеет большое напряжение, но значительно меньшую плотность тока.
Б	Тлеющий разряд имеет меньшее напряжение, но значительно большую плотность тока.
В	Тлеющий разряд имеет большую температуру в межэлектродном пространстве.
20	За счет каких физических процессов осуществляется нагрев свариваемых деталей при сварке дугой прямого действия?
А	За счет внутреннего конвективного теплообмена.
Б	За счет энергии заряженных частиц.
В	За счет лучистой теплопередачи от столба дуги.
21	За счет каких физических процессов осуществляется нагрев свариваемых деталей при сварке дугой косвенного действия?
А	За счет вынужденного конвективного теплообмена.
Б	За счет энергии заряженных частиц.
В	За счет лучистой теплопередачи от столба дуги.
22	Какие материалы можно использовать в качестве неплавящихся электродов?
А	Вольфрам, молибден, графит.
Б	Сталь, медь, вольфрам.
В	Сталь, алюминий, медь.
23	Почему лучшие технологические свойства наблюдаются при сварке не чисто вольфрамовым электродом, а с добавками окислов тория, иттрия или лантана?
А	Увеличивается глубина проплавления.
Б	Улучшается устойчивость дугового разряда.
В	Меньше пористость металла шва.
24	Какие виды эмиссии электронов выполняют главную роль в дуге?
А	Фотоэлектронная, вторичная.
Б	Термоэлектронная и автоэлектронная.
В	Фотоэлектронная и автоэлектронная.
25	Чем оценивается степень ионизации?
А	Эффективным потенциалом ионизации.
Б	Температурой столба дуги.
В	Количеством заряженных частиц в единице объема газа.
26	Как можно добиться резкого снижения величины эффективного потенциала ионизации?
А	Путем введения щелочных, щелочно-земельных элементов.
Б	Состав сварочных материалов.
В	Путем введения глинозема в состав сварочных материалов.
27	Как влияет эффективный потенциал ионизации на температуру столба дуги?



А	Температура столба дуги прямо пропорциональна эффективному потенциалу ионизации.
Б	Температура столба дуги обратно пропорциональна эффективному потенциалу ионизации.
В	Температура столба дуги не зависит от эффективного потенциала ионизации.
28	Из каких основных областей состоит дуговой разряд?
А	Из катодной и анодной областей, а также столба дуги.
Б	Из катодной и анодной областей, а также межэлектродного промежутка.
В	Из межэлектродного промежутка, катодного и анодного пятен.
29	За счет какой энергии происходит нагрев металла в катодной и анодной областях?
А	За счет энергии заряженных частиц, достигающих активных пятен.
Б	За счет лучистой энергии от столба дуги.
В	За счет джоулева тепла, выделяющегося в активных пятнах.
30	Как влияет величина катодного и анодного падения напряжений на производительность расплавления катода и анода?
А	Производительность расплавления катода и анода не зависит от величины падения напряжений в этих областях.
Б	Производительность расплавления катода и анода прямо пропорциональна падению напряжений в этих областях.
В	Производительность расплавления катода и анода обратно пропорциональна падению напряжений в этих областях.
31	Почему при сварке на прямой полярности производительность расплавления выше, чем при сварке на обратной полярности?
А	Блуждание катодного пятна по концу электрода обеспечивает большую поверхность его нагрева.
Б	Температура катодного пятна больше анодного.
В	Происходит больший нагрев электрода джоулевым теплом.
32	Как происходит возбуждение дуги при сварке вольфрамовым электродом?
А	Путем короткого замыкания электрода с изделием и последующим его отрывом.
Б	Путем электрического пробоя межэлектродного пространства.
В	За счет нанесения на поверхность электрода ионизирующих элементов.
33	Как происходит возбуждение дуги при ручной сварке плавящимся электродом?
А	Путем короткого замыкания электрода с изделием и последующим его отрывом.
Б	Путем электрического пробоя межэлектродного пространства.
В	За счет нанесения на поверхность электрода ионизирующих элементов.
34	Какая длина дуги соответствует сварке короткой дугой?
А	Вариант «а» $L_0 \times d_э$
Б	Вариант «б» $L_0^3 (1,5-2)d_э$
В	Вариант «в» $L_0 \times (1-1,5)d_э$
35	Какая длина дуги соответствует сварке длинной дугой?
А	Вариант «а» $L_0 \times d_э$
Б	Вариант «б» $L_0^3 (1,5-2)d_э$
В	Вариант «в» $L_0 \times (1-1,5)d_э$
36	Какой процесс в естественных условиях может обеспечить струйный перенос металла?
А	Сварка на прямой полярности в $CO_2$
Б	Сварка на обратной полярности в $Ar$
В	Сварка на переменном токе в смеси $CO_2 + Ar$
37	Какие силы обеспечивают перенос электродного металла при сварке в потолочном положении?
А	Пинч-эффекта
Б	Поверхность натяжения.

В	Ван-дер-Ваальса.
38	Какие силы удерживают сварочную ванну при сварке в потолочном положении?
А	Пинч-эффекта.
Б	Поверхность натяжения.
В	Ван-дер-Ваальса.
39	Что такое ИДС?
А	Источник для дуговой сварки.
Б	Измерительно-диагностическая система.
В	Импульсно-дуговая сварка.
40	Как влияют активаторы на свойства дугового разряда?
А	Снижает эффективный потенциал, теплопроводность газа.
Б	Увеличивают силы пинч-эффекта.
В	Увеличивают эффективный потенциал ионизации.
41	На какие сварочные процессы оказывает влияние ТЦС?
А	На склонность металла к образованию шлаковых включений.
Б	На склонность металла к образованию горячих трещин.
В	На склонность основного металла к образованию холодных трещин.
44	Что такое температурное поле?
А	Характер распределения температуры в нагретом теле.
Б	Характер распределения температуры в металле шва.
В	Характер распределения температуры в электроде.
42	Что относится к коэффициентам теплофизических свойств металла?
А	Удельный вес и температура плавления.
Б	Коэффициенты теплопроводности и температуропроводности.
В	Коэффициенты вязкости и линейного расширения.
43	Что относится к тепловым характеристикам сварочной дуги?
А	Полная тепловая мощность, термический к.п.д. проплавления.
Б	Полная тепловая мощность, эффективная тепловая мощность нагрева изделия.
В	К.п.д. нагрева электрода, к.п.д. наплавки.
44	Почему при сварке неплавящимся электродом эффективный к.п.д. нагрева изделия меньше, чем при сварке плавящимся электродом?
А	Из-за меньшей плотности тока.
Б	Так как материал электрода не поступает в сварочную ванну.
В	Так как при сварке неплавящимся электродом меньше температура столба дуги.
45	Что такое термический цикл данной точки при сварке?
А	Характеру охлаждения металла после сварки.
Б	Характеру изменения температуры точки во время сварки.
В	Характеру нагрева металла в процессе сварки.
46	Почему ограничивается величина тока при РДС покрытыми электродами?
А	Чтобы не нагревалась рука сварщика.
Б	Чтобы не растрескивалось электродное покрытие.
В	Чтобы не окислялись легирующие элементы.
47	В чем измеряются удельная производительность наплавки?
А	г/с
Б	кг/ч
В	г/А×ч
48	Как влияет величина вылета электрода на производительность процесса сварки?
А	С увеличением вылета производительность расплавления возрастает.
Б	С увеличением вылета производительность расплавления уменьшается.
В	На производительность процесса сварки величина вылета не влияет.

49	Чем оценивается производительность РДС покрытыми электродами?
А	Мгновенной производительностью наплавки.
Б	Мгновенной производительностью расплавления.
В	Удельной производительностью наплавки.
50	Почему ограничивается величина тока при механизированной и автоматизированной сварке под флюсом и в защитных газах?
А	Чтобы исключить неравномерность формирования шва, большое разбрызгивание металла.
Б	Чтобы исключить перегрев электродного металла.
В	Чтобы уменьшить нагрев мундштука.
51	Что относится к основным параметрам сварного шва?
А	Длина и ширина сварочной ванны.
Б	Усиление шва и угол скоса кромок.
В	Ширина шва и глубина проплавления металла.
52	Что такое термический к.п.д. проплавления?
А	Отношение теплопроводности, затраченной на проплавление основного металла к полной тепломощности дуги.
Б	Отношение теплопроводности, затраченной на проплавление основного металла к эффективной тепломощности нагрева изделия.
В	Отношение теплопроводности, затраченной на образование наплавленного металла к полной тепломощности.
53	Какой вариант математической зависимости соответствует соотношению между к.п.д.?
54	В чем причины образования холодных трещин при сварке сталей?
А	Мартенситные превращения, сварочные напряжения, избыточный водород.
Б	Перегрев металла, сварочные напряжения, избыточный водород.
В	Мартенситные превращения, образование шлаковых включений, сварочные напряжения.
55	Как влияет перегрев металла на его эксплуатационные свойства?
А	Снижает пластические свойства металла.
Б	Увеличивает пластические свойства металла.
В	Не влияет на эксплуатационные свойства.
<b>К разделу III</b>	
56	Каков механизм насыщения металла газами?
А	Химическое поглощение, хемосорбция.
Б	Химическое и электрическое поглощение.
В	Химическое и электрическое поглощение, хемосорбция.
57	Какие методы защиты металла от вредного воздействия воздуха применяются при различных способах сварки?
А	Газами и шлаками.
Б	Комбинированным способом.
В	Газами, шлаками, комбинированным способом.
58	Какими путями попадают кислород, азот и водород в реакционное пространство при дуговой сварке?
А	Из-за дегазации сварочной ванны.
Б	Путем подсоса из окружающего дугу пространства.
В	Из сварочной проволоки.
59	Как влияет кислород на свойства стали?
А	Все показатели механических свойств ухудшаются.
Б	Прочностные свойства увеличиваются, пластические уменьшаются.
В	Прочностные свойства уменьшаются, пластические увеличиваются.
60	При каких условиях возможно получение качественного шва, если газовая фаза носит

	окислительный характер?
А	За счет уменьшения доли участия основного металла в металле шва.
Б	За счет применения более легированной проволоки, чем основной металл.
В	За счет применения высокоуглеродистой проволоки.
61	От чего защищает зону плавления углекислый газ при сварке?
А	От воздуха.
Б	От кислорода и воздуха.
В	От водорода и азота.
62	Почему невозможно полное удаление оксидов и нитридов из металла шва?
А	Малое время существования сварочной ванны.
Б	Образование оксидов и нитридов происходит и после затвердевания металла шва.
В	Оксиды и нитриды не успевают всплыть на поверхность сварочной ванны.
63	Для чего добавляют кислород или углекислый газ при сварке в аргоне?
А	Чтобы уменьшить силы поверхностного натяжения.
Б	Чтобы снизить критический ток.
В	Чтобы снизить содержание водорода в металле шва.
64	Для каких металлов азот может считаться защитным газом?
А	Для сталей.
Б	Для алюминиевых сплавов.
В	Для медных сплавов.
65	Как влияет азот на свойства сталей?
А	Все показатели механических свойств ухудшаются.
Б	Прочностные свойства увеличиваются, пластические уменьшаются.
В	Прочностные свойства уменьшаются, пластические увеличиваются.
66	Как удастся при сварке открытой дугой голой проволокой (СОДГП) получить качественный металл шва?
А	За счет легирующих элементов проволоки, образующих оксиды и нитриды.
Б	За счет применения сварки короткой дугой.
В	За счет большой скорости охлаждения.
65	Какой газ, растворенный в алюминии, прежде всего приводит к пористости металла шва?
А	Кислород.
Б	Водород.
В	Азот.
66	Какой газ, растворенный в сталях, является одной из причин образования как горячих, так и холодных трещин?
А	Кислород.
Б	Водород.
В	Азот.
67	Как предохранить металл шва от насыщения его водородом?
А	Применять режим сварки короткой дугой.
Б	Увеличивать скорость сварки.
В	Повысить окисленность газовой фазы.
68	Что можно оценить у углеродистых сталей по эквиваленту углерода?
А	Склонность к образованию горячих трещин.
Б	Склонность к образованию пор.
В	Склонность к образованию шлаковых включений.
69	Технологическую свариваемость каких металлов можно оценивать по эквиваленту углерода?
А	Высоколегированных сталей аустенитного класса.
Б	Углеродистых сталей перлитного класса.

В	Железо-никелевых сплавов.
70	Что относится к тепловой свариваемости?
А	Анализ возможности образования холодных трещин.
Б	Анализ возможности образования пор.
В	Анализ возможности выгорания легирующих элементов.
71	Что следует понимать под хорошей свариваемостью сталей?
А	Возможность образования качественных сварных соединений по самой простой технологии сварки.
Б	Возможность образования качественных сварных соединений при сварке плавящимся электродом в инертных газах.
В	Возможность образования качественных сварных соединений при сварке без предварительного подогрева.
72	Что относится к металлургической свариваемости?
А	Анализ возможности роста зерна.
Б	Анализ возможности выгорания легирующих элементов.
В	Анализ возможности образования холодных трещин.
73	Анализ возможности свариваемых металлов образовывать общую кристаллическую решетку представляет собой рассмотрение:
А	Физической свариваемости.
Б	Тепловой свариваемости.
В	Металлургической свариваемости.
74	Какие процессы ухудшают металлургическую свариваемость металлов?
	Применение в качестве защитного инертного газа.
Б	Применение в качестве защитного углекислого газа.
В	Применение предварительного подогрева.
75	Что надо понимать под тепловой свариваемостью?
А	Анализ возможности разупрочнения металла в ЗТВ.
Б	Анализ возможности пористости металла шва.
В	Анализ возможности выгорания легирующих элементов.
76	Какие применяют методы испытания металлов для определения их стойкости против образования как горячих, так и холодных трещин?
А	Теплотехнические.
Б	Машинные.
В	Как технологические, так и машинные.
77	Какими химическими реакциями удастся связать водород в реакционной зоне?
А	Связать водород с кислородом или фтором.
Б	Образовать гидриды железа или марганца.
В	Образовать аммиак.
78	Почему при ручной дуговой сварке углеродистых и легированных сталей применяют чаще всего электроды с основным покрытием?
А	Они выдерживают более высокую температуру прокалики.
Б	Требуют сварку короткой дугой.
В	Обеспечивают минимальное содержание водорода в металле шва.
79	В чем назначение сварочных шлаков?
А	Увеличение глубины проплавления.
Б	Увеличение производительности наплавки.
В	Защита зоны плавления от воздуха.
80	Как оценивается кислотность и основность сварочных шлаков?
А	Коэффициентом основности.
Б	Коэффициентом активности.
В	Коэффициентом вязкости.

81	К какой группе оксидов относится $\text{SiO}_2$ ?
А	К кислотным.
Б	К основным.
В	К амфотерным.
82	К какой группе оксидов относится $\text{CaO}$ ?
А	К кислотным.
Б	К основным.
В	К амфотерным.
83	Как добиться наилучшего удаления твердого шлака с поверхности шва?
А	Путем предварительного нанесения мелового раствора на место сварки.
Б	За счет обеспечения разницы в коэффициентах линейного расширения шлака и металла.
В	За счет увеличения кислотности сварочного шлака.
84	В чем заключаются металлургические функции шлака?
А	В химическом раскислении сварочной ванны.
Б	В физическом раскислении сварочной ванны.
В	В легировании металла шва.
85	При сварке каких металлов находят применение основные шлаки?
А	Малоуглеродистых сталей.
Б	Среднеуглеродистых сталей.
В	Легированных сталей.
86	Возможно ли наличие шлаковой фазы при сварке в углекислом газе?
А	Возможно.
Б	Невозможно.
В	Невозможно при сварке по чистому металлу.
87	При каких условиях происходит окисление металла газовой фазой?
А	Если парциальное давление кислорода в газовой фазе равно упругости диссоциации окисла металла.
Б	Если парциальное давление кислорода в газовой фазе меньше упругости диссоциации окисла металла.
В	Если парциальное давление кислорода в газовой фазе больше упругости диссоциации окисла металла.
88	Где способна растворяться закись железа $\text{FeO}$ при сварке сталей?
А	Только в стали.
Б	Только в шлаке.
В	Как в стали, так и в шлаке.
89	Какие окислы находятся в шлаке, способны связывать $\text{FeO}$ , находящуюся в металле, с образованием комплексных соединений, удаляемых в шлак?
А	$\text{TiO}_2$ , $\text{SiO}_2$
Б	$\text{CaO}$ , $\text{MgO}$
В	$\text{Na}_2\text{O}$ , $\text{K}_2\text{O}$
90	Почему при сварке легированных сталей не рекомендуют применять активные флюсы?
А	Увеличивается содержание углерода в металле шва.
Б	Увеличивается содержание кислорода в металле шва.
В	Ухудшается формирование шва
91	Какие существуют два способа раскисления металлов?
А	Химический и осаждающий.
Б	Физический и диффузионный.
В	Химический и физический.
92	Сколько необходимо применять раскислителей при химическом раскислении?
А	Достаточно одного.

Б	Не менее двух.
В	Не менее трех.
93	Почему при сварке сталей не используют раскисление углеродом?
А	Может увеличиваться содержание углерода в металле шва.
Б	Могут быть поры в металле шва.
В	Увеличивается склонность ЗТВ к появлению холодных трещин.
94	Какие пары раскислителей нельзя применять при сварке сталей?
А	Mn и Si
Б	Ti и Si
В	Mn и Ti
95	Как повысить химическую активность шлаков в процессе раскисления сталей?
А	Увеличить температуру проковки флюсов и электродов.
Б	Уменьшить вязкость шлака.
В	Повысить концентрацию SiO <sub>2</sub> в шлаке.
96	Обычно при сварке сталей содержание углерода в присадочной проволоке:
А	Не превышает 0,12 %.
Б	Не менее 0,12 %.
В	Не более 0,25 %
97	При сварке каких сталей целесообразно легирование посредством обменных реакций со шлаковой фазой?
А	Малоуглеродистых.
Б	Низколегированных.
В	Высоколегированных.
98	Что такое коэффициенты усвоения элементов?
А	Это отношение фактического содержания элемента в металле шва к его исходному содержанию.
Б	Это отношение исходного содержания элемента к его фактическому содержанию в металле шва.
В	Это отношение содержания элемента в присадочной проволоке к его фактическому содержанию в металле шва.
99	Каковы основные области применения керамических флюсов?
А	Сварка под флюсом с принудительным формированием шва.
Б	Сварка малоуглеродистых сталей.
В	Наплавка.
100	Какой флюс называют легирующим?
А	Плавленый.
Б	Агломерированный (спеченный).
В	Керамический.
101	При каких способах сварки возникает необходимость очистки металла шва от серы и фосфора?
А	При сварке под флюсом.
Б	При сварке в CO <sub>2</sub> .
В	При сварке в Ar.
102	В чем проявляется отрицательное влияние серы на свойства сталей?
А	Снижается прочность металла.
Б	Увеличивается твердость металла.
В	Увеличивается склонность к образованию горячих трещин.
103	Какой основной путь легирования сварочной ванны?
А	Из проволоки.
Б	Из покрытия.
В	Одинаковые.

104	Как влияет фосфор на свойства сталей?
А	Увеличивает относительное удлинение.
Б	Увеличивает предел текучести.
В	Уменьшает ударную вязкость.
105	Какая опасная концентрация фосфора в малоуглеродистых сталях?
А	Более 0,05 %.
Б	Более 0,01 %.
В	Более 0,1 %.
106	Какие оксиды осуществляют рафинирование при сварке сталей?
А	Амфотерные.
Б	Кислотные.
В	Основные.
<b>К разделу IV</b>	
107	Что относится к дефектам первичной кристаллизации металла шва?
А	Непровар.
Б	Холодные трещины.
В	Горячие трещины.
108	В чем физические причины пористости металла шва?
А	Большая скорость охлаждения.
Б	Сварка длинной дугой.
В	Металлургические процессы с образованием нерастворимых в металле газов.
109	Как влияют поры на качество сварных соединений?
А	Отрицательно.
Б	Не влияют.
В	Повышают прочность металла.
110	Какой растворенный в сталях газ в большей степени приводит к пористости металла шва?
А	Кислород.
Б	Водород.
В	Азот.
111	Какие существуют технологические меры борьбы с пористостью металла шва?
А	Прокалка сварочных материалов.
Б	Сварка обратноступенчатым способом.
В	Предварительный подогрев изделий.
112	Как влияют шлаковые включения на возможную пористость металла шва?
А	Увеличивают вероятность пористости.
Б	Уменьшают вероятность пористости.
В	Не оказывают влияние на пористость.
113	Как влияет ржавчина на поверхности свариваемого металла на возможную пористость металла шва?
А	Увеличивает вероятность пористости.
Б	Уменьшает вероятность пористости.
В	Не оказывает влияние на пористость.
114	Какие химические соединения загрязняют металл шва?
А	Карбиды.
Б	Фосфиды.
В	Сульфиды.
115	Почему нельзя добиться полного отсутствия оксидов и нитридов в металле шва при сварке сталей?
А	Процесс образования оксидов и нитридов в металле шва продолжается и после его кристаллизации.



Б	Ввиду недостаточной защиты зоны проплавления от воздуха.
В	Ввиду высокой химической активности железа.
116	Что является причиной наличия мелких шлаковых включений в металле шва?
А	Металлургические процессы с образованием нерастворимых в металле соединений.
Б	Недостаточная прокатка сварочных материалов.
В	Малое время существования сварочной ванны.
117	Какое должно быть соотношение содержания Si и Mn в металле шва при сварке углеродистых сталей для наилучшего удаления продуктов раскисления в шлак и обеспечения наибольшего значения ударной вязкости?
А	$Mn/Si = 0,8-1,2$
Б	$Mn/Si = 2,4-3,1$
В	$Mn/Si = 3,0-4,0$
118	Почему при сварке под флюсом увеличивается концентрация кислорода в металле шва по сравнению с его исходным содержанием в основном и присадочном металлах?
А	Из-за недостаточной защиты зоны плавления от воздуха.
Б	Ввиду протекания кремне-, марганцевосстановительных процессов.
В	Из-за окисления шлака воздухом.
119	Что такое технологическая прочность металла в процессе его кристаллизации?
А	Способность металла противостоять образованию горячих трещин.
Б	Способность металла противостоять образованию холодных трещин.
В	Способность металла противостоять образованию трещин повторного нагрева.
120	Когда образуются горячие трещины?
А	В процессе кристаллизации металла шва.
Б	При охлаждении ниже 200 градусов Цельсия.
В	При повторном нагреве в процессе эксплуатации сварного соединения.
121	Что не влияет на образование горячих трещин в сталях?
А	Химический состав металла шва.
Б	Содержание водорода в сварочной ванне.
В	Температура окружающей среды.
122	В каких металлах чаще всего возникают подсолидусные трещины?
А	В малоуглеродистых сталях.
Б	В сталях мартенситного класса.
В	В сталях аустенитного класса.
123	Какие причины обуславливают возможность появления горячих трещин?
А	Большая скорость охлаждения.
Б	Литейная усадка металла.
В	Длительная выдержка металла выше температуры 1000 град. Цельсия.
124	Как влияет действительный интервал кристаллизации на возможность образования горячих трещин?
А	Не влияет.
Б	С увеличением интервала кристаллизации увеличивается вероятность появления горячих трещин.
В	С уменьшением интервала кристаллизации увеличивается вероятность появления горячих трещин.
125	Что такое ТИХ?
А	Температурный интервал хрупкости металла.
Б	Температурный интервал хладоломкости металла.
В	Температурный интервал хладостойкости металла.
126	Почему в стали 25Л более вероятно образование горячих трещин, чем в стали 25?
А	Из-за большого содержания S, P, Si.
Б	Из-за большой усадки металла.

В	Из-за меньшей величины предела прочности на разрыв.
127	Какие химические элементы в сталях способствуют образованию горячих трещин?
А	Углерод.
Б	Азот.
В	Марганец.
128	Что не влияет на образование горячих трещин в сталях?
А	Химический состав металла сварочной проволоки.
Б	Содержание водорода в сварочной ванне.
В	Температура окружающей среды.
129	В каких легированных сталях более вероятно образование горячих трещин?
А	В однофазных.
Б	В двухфазных.
В	Количество фаз не играет роли.
130	Укажите косвенный метод оценки стойкости углеродистых сталей к образованию горячих трещин?
А	Количество мартенсита (%).
Б	Эквивалент углерода.
В	Эквивалент фосфора.
131	Какие существуют косвенные методы оценки стойкости низколегированных сталей против образования горячих трещин?
А	Эквивалент углерода.
Б	Критерий HCS.
В	Отношение эквивалента хрома к эквиваленту никеля.
132	Когда возникают холодные трещины?
А	При кристаллизации сварочной ванны.
Б	При температурах ниже 700 °С.
В	При температурах ниже 200 °С.
133	Как отличить по внешнему виду излома горячую трещину от холодной?
А	Горячая трещина прямолинейна, так как распространяется как по границам кристаллов, так и по телу кристалла.
Б	Горячая трещина имеет блестящую поверхность.
В	Горячая трещина имеет окисленную поверхность.
134	В какой из сталей более вероятно образование холодных трещин?
А	СтЗсп.
Б	20ХГСА.
В	14Г2.
135	В каких металлах могут быть холодные трещины?
А	В медных сплавах.
Б	В сталях, содержащих $C < 0,2 \%$ .
В	В сталях, содержащих $C > 0,35 \%$ .
136	Что такое технологическая прочность металла в процессе фазовых превращений в твердом состоянии?
А	Способность металла противостоять образованию трещин в период его кристаллизации.
Б	Способность металла противостоять образованию холодных трещин.
В	Способность металла противостоять образованию трещин повторного нагрева.
137	Какие трещины называют подсолидусными или полигонизационными?
А	Которые возникают в период кристаллизации сварочной ванны, т.е. при твердожидком ее состоянии.
Б	Которые возникают при температурах ниже температуры солидуса.
В	Которые возникают при температурах рекристаллизации.

138	По каким косвенным признакам можно судить о потенциальной возможности образования холодных трещин в сталях?
А	По эквиваленту фосфору.
Б	По эквиваленту углерода.
В	По суммарному содержанию серы и фосфора.
139	С какой целью проводят прямые испытания оценки возможности образования холодных трещин?
А	Выбора рациональной формы разделки свариваемых деталей.
Б	Разработки новых сплавов с высокой стойкостью против образования холодных трещин.
В	Определение требуемой температуры предварительного и сопутствующего подогрева.
140	Какие существуют методы повышения стойкости металла против образования холодных трещин?
А	Предварительный и сопутствующий подогрев.
Б	Использование электродов с целлюлозным покрытием.
В	Увеличение скорости сварки.
141	Что дает применение предварительного подогрева при сварке?
А	Уменьшает степень закалки металла.
Б	Повышает производительность сварки.
В	Улучшает формирование шва.
142	Какой вид термообработки чаще всего применяют после сварки низколегированных сталей?
А	Аустенизация.
Б	Отжиг.
В	Высокий отпуск.
143	Какая максимальная температура подогрева сталей перед сваркой?
А	Не более 200 град. Цельсия.
Б	Не более 450 град. Цельсия.
В	Не более 700 град. Цельсия.
<b>К разделу VI</b>	
144	При анализе технологической свариваемости металла, на какие вопросы надо дать ответы?
А	Какие дефекты возникают при сварке данного материала?
Б	Какие сварочные материалы надо применять при сварке данного материала?
В	Какая область применения данного материала?

### Теоретические вопросы (2 семестр)

1. Привести классификацию способов сварки, и сформулировать возможные классификационные признаки.
2. Указать основные параметры термического цикла сварки.
3. определить мгновенную производительность расплавления (г/с) и коэффициент расплавления электрода диаметром 5 мм на номинальном токе при РДС малоуглеродистой стали, если  $U_0 = 28$  В;  $\eta_0 = 15\%$ ;  $T_0 = 20^\circ\text{C}$ ;  $D_1 = 200^\circ\text{C}$ .
4. Укажите основные принципиальные трудности, препятствующие установлению межатомных связей при сварке.
5. Опишите идеальный термический цикл, способы его реализации.

6. Опишите механизм образования сварных соединений при сварке давлением; характер установления межатомных связей при стыковых способах контактной сварки сопротивлением и оплавлением.

7. Изложите способы возбуждения дуги при сварке плавящимся и неплавящимся электродом.

8. Опишите характер установления межатомных связей при точечной и шовной контактной сварке.

9. Изложите физические условия возникновения и устойчивого существования сварочной дуги.

10. Опишите характер образования сварного соединения при холодной сварке.

11. Опишите виды эмиссии в сварочной дуге.

12. Опишите характер установления межатомных связей при сварке плавлением.

13. Опишите виды ионизации газа в межэлектродном промежутке при сварке.

14. Опишите характер установления межатомных связей при сварке плавлением разнородных металлов.

15. Опишите физические процессы и энергетические преобразования в катодной области.

16. Укажите виды сварки, относящиеся к термическому классу сварочных процессов.

17. Опишите разновидности процессов переноса металла через дугу.

18. Опишите технологические разновидности процесса ЭШС.

19. 2. Опишите физические процессы и энергетические преобразования в столбе дуги и в анодной области.

20. Укажите виды сварки, относящиеся к термомеханическому классу сварочных процессов.

21. Укажите цели и способы создания управляемых форм переноса металла через дуги.

22. Укажите, за счет каких процессов происходит установление межатомных связей при термомеханическом классе сварочных процессов?

23. Укажите как и с какими целями можно регулировать термический цикл сварки?

1. Опишите характер установления межатомных связей при сварке трением.

24. Опишите необходимость и пути снижения скорости охлаждения при сварке углеродистых и низколегированных сталей.

25. Укажите технологические разновидности дуговой сварки.

26. Опишите понятие «Физическая (принципиальная) свариваемость металлов».

27. Опишите, как повлияет введение щелочных или щелочно-земельных элементов на производительность сварки, если величина тока и длина дуги остаются прежними?

28. Опишите понятие «Энергия активации», ее виды.

29. Укажите способы первоначального возбуждения дуги при сварке плавящимся и неплавящимся электродом.
30. Опишите процесс образования сварных соединений при сварке трением. Характер установления межзатомных связей.
31. Опишите тепловые характеристики сварочной дуги.
32. Опишите понятия «Термическая ионизация газа», «Эффективный потенциал ионизации», его влияние на температуру столба дуги.
33. Опишите негативные процессы, протекающие в ЗТВ при сварке сталей плавлением.
34. Опишите технологические разновидности дуговой сварки.
35. Укажите и охарактеризуйте способы расчетного и экспериментального определения площадей наплавки и проплавления при заданных режимах сварки.

### **Теоретические вопросы (3 семестр)**

1. Дайте общую характеристику результатов влияния взаимодействия металла с окружающей средой в условиях сварки.
2. Какие методы защиты металла от вредного воздействия воздуха применяются при различных способах сварки?
3. Какие газы и шлаки взаимодействуют с металлом при различных способах сварки плавлением?
4. Каковы температурные условия взаимодействия металла с окружающей средой при различных способах сварки плавлением?
5. Каковы общие закономерности скорости реакций при сварке? Рассмотрите возможность применения термодинамических расчетов для сварки и произведите оценку возможных при этом ошибок.
6. При каких условиях происходит окисление металла газовой фазой, содержащей кислород?
7. Как происходит окисление металла при сварке поверхностными окислами и окислами шлаков, растворимыми в металле?
8. Рассмотрите, как окисляется металл в результате обменных реакций со шлаками.
9. Каково влияние раскислителей на процессы окисления металла?
10. Как при сварке металл взаимодействует с азотом?
11. Рассмотрите общий характер взаимодействия водорода с различными металлами.
12. Рассмотрите взаимодействие водорода и металла при сварке углеродистых сталей. Его содержание в сварных швах, выполненных различными способами. Меры борьбы с вредным влиянием водорода.
13. Какой является общая схема взаимодействия металла при сварке со сложными газами, содержащими кислород?
14. Рассмотрите взаимодействие пламени  $n$  металлом в условиях газовой сварки плавлением.
15. Как осуществляется перенос металла с электрода в сварочную ванну при дуговой сварке плавящимся электродом?

16. Произведите оценку влияния испарения элементов на газовую фазу при дуговой сварке плавящимся электродом.
17. Какие количества кислорода и азота воздуха поступают в реакционное пространство при сварке штучными электродами с покрытиями?
18. Как осуществляется газовая защита при сварке покрытыми электродами?
19. Дайте характеристику окислительного воздействия электродных покрытий. Каковы средства обеспечения раскисления металла?
20. Что представляют собой сварочные шлаки? Их строение и характер влияния на взаимодействующий с ними металл
21. Как оценивается кислотность и основность сварочных шлаков?
22. Рассмотрите общие требования к физическим свойствам сварочных шлаков.
23. Как осуществляется взаимодействие шлака и металла при электрошлаковой сварке и переплаве?
24. Как влияет режим электрошлаковой сварки на взаимодействие металла и шлака?
25. Рассмотрите общую схему взаимодействия металла, газовой фазы и шлака при автоматической и полуавтоматической сварках под флюсом.
26. Рассмотрите метод оценки влияния шлака на металл через газовую фазу при сварке под флюсом.
27. Каково влияние относительного количества флюса, участвующего в сварочном процессе, и степени развития межфазных поверхностей на взаимодействие металла и шлака?
28. Каково влияние состава флюса на изменение состава металла при сварке? Флюсы, применяемые для сварки различных металлов и сплавов.
29. Рассмотрите виды современных электродных покрытий. Их основные характеристики.
30. Как происходят процессы взаимодействия между металлом электродного стержня и покрытием?
31. Какие шлаки применяют и получают при дуговой сварке плавящимся электродом в атмосфере активных газов?
32. Каковы общие закономерности раскисления металла при сварке?
33. Рассмотрите раскисление металла с образованием газообразных продуктов реакции.
34. Как происходит раскисление металла с получением конденсированных<sup>N</sup> продуктов реакции? Оцените необходимые количества раскислителя.
35. Как осуществляется раскисление металла воздействием шлаков?
36. Рассмотрите пути введения легирующих элементов в металл шва при сварке плавлением.
37. В чем заключается метод учета легирования металла шва при автоматической сварке под керамическим легирующим флюсом?
38. Как производится легирование наплавленного металла при сварке штучными электродами? Метод расчета необходимого количества легирующих элементов в электроде.

39. Рассмотрите легирование металла посредством обменных реакций со шлакообразующими.

40. Какова возможность науглероживания металла -при различных способах сварки плавлением?

41. Каково влияние серы на свойства некоторых металлов и сплавов? Процессы обессеривания металла при сварке.

42. Рассмотрите процессы удаления фосфора из металла.

### **Теоретические вопросы к экзамену (4 семестр)**

1. Какие методы защиты металла от вредного воздействия воздуха применяются при различных способах сварки?

2. Каковы общие закономерности скорости реакций при сварке? Рассмотрите возможность применения термодинамических расчетов для сварки и произведите оценку возможных при этом ошибок.

3. Как происходит окисление металла при сварке поверхностными окислами и окислами шлаков, растворимыми в металле?

4. Что представляют собой сварочные шлаки? Их строение и характер влияния на взаимодействующий с ними металл.

5. Как оценивается кислотность и основность сварочных шлаков? Каковы общие требования к физическим свойствам сварочных шлаков?

6. Рассмотрите общую схему взаимодействия металла, газовой фазы и шлака при автоматической и полуавтоматической сварках под флюсом.

7. Каково влияние относительного количества флюса, участвующего в сварочном процессе, и степени развития межфазных поверхностей на взаимодействие металла и шлака?

8. Каковы общие закономерности раскисления металла при сварке? Рассмотрите раскисление металла с образованием газообразных и конденсированных продуктов реакции.

9. Как производится легирование наплавленного металла при сварке штучными электродами? Метод расчета необходимого количества легирующих элементов в электроде.

10. Каково влияние серы на свойства некоторых металлов и сплавов? Процессы обессеривания металла при сварке.

11. Понятие о сварочных деформациях и напряжениях, составляющие сварочных деформаций.

12. Чем определяются свойства металлов при температурах сварочного термического цикла.

13. Какие методы применяют для определения сварочных деформаций и напряжений.

14. Поля остаточных напряжений в сварных соединениях.

15. Свариваемость, основные критерии свариваемости.

16. Основы теории гомогенной и гетерогенной кристаллизации расплавленного металла

17. Особенности кристаллизации и формирования первичной структуры

металла шва

18. Межкристаллитная химическая неоднородность сварного соединения.
19. Природа и механизм образования горячих трещин при сварке.
20. Основные факторы, обуславливающие образование холодных трещин при сварке.

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### 8.1 Основная литература

1. Теория сварочных процессов: учебное пособие для вузов по спец."Оборудование и технология сварочного производства" / под ред. В.В.Фролова. - М.: Высшая школа, 1988. - 560с.
2. . Петров, Г.Л. Теория сварочных процессов (с основами физической химии) : учебное пособие для вузов / Г. Л. Петров, А. С. Тумарев. - 2-е изд., перераб. - М.: Высшая школа, 1977. - 392с.
3. Дедюх, Р.И. Теория сварочных процессов. Превращения в металлах при сварке [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р.И. Дедюх. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2012. — 155 с. // IPRbooks : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55210.html>, ограниченный. – Загл. с экрана.

### 8.2 Дополнительная литература

1. Фролов, В. А. Сварка: введение в специальность [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А.Фролов, В.В.Пешков и др.; под ред. В.А.Фролова - 4 изд., перераб. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2013. - 384 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php?>, ограниченный. - Загл. с экрана.
2. Виноградов, В.М. Основы сварочного производства : учебное пособие для вузов / В. М. Виноградов, А. А. Черепяхин, Н. Ф. Шпунькин. - М.: Академия, 2008. - 270с.
3. Кушнер, В.С. Технологические процессы в машиностроении: учебник для вузов / В. С. Кушнер, А. С. Верещака, А. Г. Схиртладзе. - М.: Академия, 2011. - 414с.: ил. - (Высшее профессиональное образование).

## **9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
2. Информационная системы доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки (ИС ЭКБСОН)[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.vlibrary.ru/>
3. «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]: научная электронная биб-



лиотека. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>

## **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Обучение дисциплине «Теория сварочных процессов» предполагает изучение курса на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций и лабораторных работ. Самостоятельная работа включает:

- чтение основной и дополнительной литературы по темам дисциплины;
- подготовка к лабораторным работам;
- выполнение, оформление и подготовка к защите лабораторных работ,
- выполнение расчетно-графических работ №1,2 и КП.

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. Самостоятельная работа студента направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений.

Текущий контроль (тестирование) учебной деятельности студентов осуществляется на лекционных и лабораторных занятиях. Студент обязан в срок выполнять выданные ему лабораторные, расчетно-графические работы и КП.

Таблица 9 – Методические указания к отдельным видам деятельности

<b>Вид учебной деятельности</b>	<b>Организация деятельности</b>
Лекции	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, формулировки, выводы. Помечать важные мысли. Выделять ключевые слова, термины. Делать пометки на вопросах, терминах, блоках в тексте, которые вызывают затруднения, после чего постараться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если ответ не найден, то на консультации обратиться к преподавателю.
Лабораторные работы	Изучение разделов основной литературы по теме. Изучение лабораторного оборудования. Выполнение эксперимента, обработка данных и представление их в графическом формате.
Самостоятельная работа	Для более глубокого изучения разделов дисциплины предусмотрены отдельные виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным занятиям, изучение теоретических разделов дисциплины, подготовка и решение расчетно-графических работ №1,2 и КП.

## **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на офи-

циальном сайте университета в информационно телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://student.knastu.ru>. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения контрольных заданий.

В процессе подготовки отчетов к лабораторным работам активно используется текстовый процессор.

При изучении дисциплины для выполнения расчетно-графического задания рекомендуется использовать следующее свободно распространяемое лицензионное программное обеспечение и интернет -ресурсы:

- текстовый процессор со свободной лицензией;
- браузер Internet Explorer (компонент операционной системы);
- T-FLEX CAD 3D (Лицензионное соглашение №А00006423 от 24.12.2014, договор АЭ223 № 007/57 от 15.12.2014);

## **12 Описание материально-технической базы, необходимой**

### **для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для реализации программы дисциплины «Теория сварочных процессов» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 10.

Таблица 10 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
223а/3-2	Лаборатория металлургических процессов, термодинамики и теплотехники, медиа	Компьютеры, видеопроектор	Проведение лекционных и практических занятий в виде презентаций, выполнение лабораторных работ
		Приборы и материалы, применяемые для изучения металлургических, термомеханических процессов сварки различными способами	Проведение лабораторных занятий
227/3-2	Лаборатория теории сварочных процессов и сварки плавлением, медиа	Компьютер, видеопроектор	Проведение лекционных занятий
		Приборы и материалы, применяемые для изучения дуговых и тепловых процессов сварки различными способами	Проведение лабораторных занятий
223/3-2	Комплексная лаборатория литейных и сварочных процессов	Приборы и материалы применяемые при сварке различными способами	Проведение лабораторных занятий

