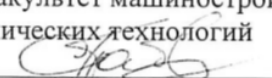


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
Факультет машиностроительных и  
химических технологий  
  
« 20 » 2021 г. Саблин П.А.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Сварка, родственные технологии и процессы»

Направление подготовки	15.04.01 Машиностроение
Направленность (профиль) образовательной программы	Оборудование и технология сварочного производства
Квалификация выпускника	Магистр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
1, 2	1, 2, 3	17

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен (3), Курсовой проект, Курсовая работа	Кафедра «Технология сварочного и металлургического производства»

Комсомольск-на-Амуре  
2021

Разработчик рабочей программы:

Заведующий кафедрой, Доцент, Кандидат технических наук



Бахматов П.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой  
Кафедра «Технология сварочного и металлургического производства»



Бахматов П.В.

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Сварка, родственные технологии и процессы» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации 14.08.2020 №1025, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Оборудование и технология сварочного производства» по направлению подготовки «15.04.01 Машиностроение».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 40.115 «СПЕЦИАЛИСТ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА».

Обобщенная трудовая функция: D Организация, подготовка и контроль сварочного производства организации, руководство им.

НЗ-4 Передовой отечественный и зарубежный опыт в области технологии и организации сварочных работ, НЗ-11 Основы технологии производства продукции в организации, НЗ-13 Методы проведения исследований и разработок в области совершенствования технологии и организации сварочных работ.

Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> <li>- приобрести знания и подготовку в области источников энергии при сварке, тепловых и металлургических процессов, кристаллизации и технологической прочности;</li> <li>- овладеть методами и практическим применением расчётов сварочных процессов;</li> <li>- изучить основные тенденции и направления современного развития теоретических основ сварки.</li> </ul>
Основные разделы / темы дисциплины	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Физико-химические основы сварочных процессов</li> <li>2. Металлургические процессы при сварке плавлением.</li> <li>3. Термодеформационные процессы и кристаллизация металлов при сварке.</li> </ol>

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Сварка, родственные технологии и процессы» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Профессиональные		

<p>ПК-1 Способен к организации разработки и внедрению в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, обеспечивающих сокращение затрат труда, соблюдение требований охраны труда и окружающей среды, экономию материальных и энергетических ресурсов</p>	<p>ПК-1.1 Знает основы технологии производства продукции в организации          ПК-1.2 Умеет подготавливать к внедрению прогрессивные технологические процессы сварки, новые сварочные материалы и оборудование          ПК-1.3 Владеет навыками разработки прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования</p>	<p>Знать: физическую сущность способов сварки и физико-химические процессы, происходящие в сварочной ванне          Уметь: определять основные параметры сварки, в зависимости от природы источника нагрева и назначать сварочное оборудование и разрабатывать требования к специальному способу сварки          Владеть навыками: выбора метода сварки, управления параметрами режима сварки и расчета и определения физико-химических процессов в сварочной ванне</p>
<p>ПК-2 Способен к разработке и реализации мероприятий по внедрению прогрессивной техники и технологии, улучшению использования технологического оборудования и оснастки, производственных площадей, повышению качества и надежности сварных конструкций</p>	<p>ПК-2.1 Знает организацию сварочных работ в отрасли и в организации          ПК-2.2 Умеет определять потребности в оборудовании и материалах, необходимых для выполнения сварочных работ          ПК-2.3 Владеет навыками разработки мероприятий по внедрению прогрессивной техники и технологии, улучшению использования технологического оборудования и оснастки, производственных площадей, повышению качества и надежности сварных конструкций</p>	<p>Знать: металлургические процессы, происходящие в процессе сварки          Уметь: подбирать материал конструкций оборудования и оснастки, а также сварочные материалы          Владеть навыками: методика расчета металлургических процессов в сварочной ванне</p>
<p>ПК-4 Способен к организации разработки технических заданий на проектирование специальной оснастки, инструмента, приспособлений, нестандартного оборудования, средств комплексной механизации и автоматизации технологических процессов сварки</p>	<p>ПК-4.1 Знает передовой отечественный и зарубежный опыт производства сварных конструкций, технологические процессы сварки, сварочное и вспомогательное оборудование          ПК-4.2 Умеет проектировать нестандартное оборудование, специальную</p>	<p>Знать: тепловые процессы, происходящие при сварке          Уметь: определять распределение тепловых полей при сварке и их влияние на деформационную картину в изделии и в оснастке          Владеть навыками: расче-</p>

	<p>оснастку и приспособления, средства автоматизации и механизации для выполнения сварочных работ</p> <p>ПК-4.3 Владеет навыками разработки технических заданий на проектирование специальной оснастки, инструмента, приспособлений, нестандартного оборудования, средств комплексной механизации и автоматизации технологических процессов сварки</p>	<p>та тепловых полей и термических циклов сварки и управления пара-метрами режима сварки</p>
--	--	--

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

Дисциплина «Сварка, родственные технологии и процессы» изучается на 1, 2 курсе, 1, 2, 3 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Сварка, родственные технологии и процессы», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Нормирование технологических процессов», «Б1.В.ДВ.01.01 Источники питания в сварке», «Б1.В.ДВ.01.02 Электрические дуги и термическая плазма», «Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика)», «Производственная практика (преддипломная практика)», «Нормирование технологических процессов», «Б1.В.ДВ.01.01 Источники питания в сварке», «Б1.В.ДВ.01.02 Электрические дуги и термическая плазма», «Средства и методы контроля качества продукции», «Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика)», «Производственная практика (преддипломная практика)», «Б1.В.ДВ.01.01 Источники питания в сварке», «Б1.В.ДВ.01.02 Электрические дуги и термическая плазма», «Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика)», «Производственная практика (преддипломная практика)».

Дисциплина «Сварка, родственные технологии и процессы» частично реализуется в форме практической подготовки.

### 4 Объем дисциплины (модуля) 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 (объем) дисциплины составляет 17 з.е., 612 акад. час.

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

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академи-
------------------	----------------

	ческих часов
Общая трудоемкость дисциплины	612
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	112
<b>В том числе:</b>	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками), в том числе в форме практической подготовки:	48
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), в том числе в форме практической подготовки:	64
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	395
Промежуточная аттестация обучающихся – Экзамен (3), Курсовой проект, Курсовая работа	105

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Общая характеристика металлургических процессов при сварке плавлением	2			4
Основные положения и законы химической термодинамики.	2			4
Химическое равновесие. Расчет термодинамических характеристик реакций	2			4

Фазовые превращения первого и второго рода. Диаграммы состояния двух и трех компонентных систем	2			4
Растворы. Свойства и термодинамические характеристики растворов металлов и шлаков	2			4
Поверхностные явления и их влияние на качество сварных соединений	2			4
Кинетические факторы взаимодействия металла с окружающей средой при сварке плавлением	2			4
Определение плотности растворов			2	4
Изучение зависимости поверхностных свойств от состава растворов			2	4
Изучение фазовых переходов жидкость-пар			2	4
Электролиз растворов электролитов			2	4
Исследование термодинамических характеристик металлургических реакций			3	4
Расчет зависимости теплоемкости реакции от температуры *		4*		4
Расчет зависимости энтропии и энтальпии реакции от температуры*		3*		4
Расчет зависимости константы равновесия от температуры*		4*		4
Расчет выхода реакции при заданных условиях*		3*		4
Термодинамическая характеристика реакций горения газов (CO, H <sub>2</sub> ), реакций диссоциации, распределения элементов между металлом и флюсом	4			4
Механизм и термодинамика взаимодействия жидкого металла сварочной ванны с кислородом, азотом и водородом	2			4
Роль шлаков в процессе сварки и их	2			4

общая классификация. Свойства шлаков. Взаимодействие жидкого металла сварочной ванны со шлаками.				
Легирование металла шва через присадочный металл, через покрытия, через флюсы. Рафинирование металла шва.	2			4
Металлургическая роль электродных покрытий. Общая классификация защитных покрытий электродов; процессы при сварке электродами с покрытиями первой и второй групп. Реакции окисления и раскисления. Ограничение концентрации азота и водорода. Свойства металла шва.	4			4
Металлургические процессы при сварке электродами с покрытиями третьей и четвертой групп. Составы газовой, шлаковой фаз и металла шва. Реакции окисления и раскисления.	2			4
Металлургические процессы при сварке под слоем флюса. Состав газовой и шлаковой фаз. Ограничение концентрации азота и водорода. Реакции окисления и раскисления. Особенности металлургических процессов при сварке низколегированных и легированных сталей. Выбор флюса для сварки. Свойства металла шва.	2			4
Исследование кинетики окисления твердых металлов			2	4
Исследование кинетики восстановления оксидов металлов с участием твердого углерода			2	4
Изучение термодинамических характеристик реакции диссоциации карбонатов и других соединений			2	4
Исследование металлургических процессов при сварке толстопокрытыми электродами			3	4



Исследование металлургических процессов при сварке в защитных газах			3	4
Исследование металлургических процессов при сварке под флюсом			3	4
Расчет распределения элементов при сварке легированных сталей под флюсом*		3*		4
Расчёт распределения элементов при сварке легированных сталей в CO <sub>2</sub> *		3*		4
Расчет распределения элементов при сварке легированных сталей толстопокрытыми электродами*		3*		4
Термодеформационные процессы и превращения в металлах сварочной ванны.	4			4
Теоретические и экспериментальные методы определения сварочных деформаций и напряжений	2			4
Образование сварных соединений и формирование первичной структуры металла шва	2			4
Особенности кристаллизации и формирования первичной структуры металла шва	2			4
Химическая неоднородность сварного соединения	2			4
Дефекты кристаллической решетки в металлах при сварке	2			4
Фазовые и структурные превращения в металлах при сварке. Холодные трещины в сварных соединениях	2			4
Изучение структуры сварного соединения стали			2	4
Определения временных деформаций и напряжений в сварном соединении			2	4
Дилатограммы стали при нагреве и			2	4

охлаждении образцов				
Анализ термомеханических процессов при РДС, АДС, ЭШС, в CO <sub>2</sub> легированных сталях (марки сталей) (Курсовое проектирование)				77
Анализ металлургических процессов и расчет распределения элементов при РДС, АДС, ЭШС, в CO <sub>2</sub> легированных сталях (марки сталей) (Курсовое проектирование)				75
Анализ термодинамических характеристик ( $\Delta H^{\circ}_T$ , $\Delta S^{\circ}_T$ , $\Delta G^{\circ}_T$ , $\ln K_p$ ) реакций для температурного участка сварки (Курсовое проектирование)				75
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>48</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>395</b>

\* реализуется в форме практической подготовки

#### **6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

<b>Компоненты самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов</b>
Изучение теоретических разделов дисциплины	84
Подготовка к занятиям семинарского типа	84
Выполнение, оформление и подготовка к защите КП	227

#### **7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

#### **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

##### **8.1 Основная литература**

1. Теория сварочных процессов: учеб. для вузов. / Под ред. В.В. Фролова. – М.: Высш. шк., 1998. – 559 с.
2. Петров Г.Л., Тумарёв А.С. Теория сварочных процессов (с основами физической химии): учеб. для вузов. – М.: Высш. шк., 1997.– 392 с.

3. Багрянский К.В., Добротина З.А., Хренов К.К. Теория сварочных процессов: учеб. для вузов. – Киев: Выща шк., 1996. – 424 с.
4. Атлас структур сварных соединений. Хорн Ф. Пер. с нем. М., «Металлургия», 1977. 288 с.

### **8.2 Дополнительная литература**

1. Ерохин А.А. Кинетика металлургических процессов дуговой сварки. – М.: Машиностроение, 1994. – 256 с.
2. Кох Б.А. Основы термодинамики металлургических процессов. – Л.: Судостроение, 1995. – 240 с.
3. Новожилов Н.М. Основы металлургии дуговой сварки в газах. – М.: Машиностроение, 1999. – 231 с.

### **8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

1. Расчет термодинамических характеристик реакций. Методические указания и варианты курсового проекта по дисциплине «Сварка, родственные процессы и технологии» / Сост. Б.М. Соболев. - Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре госуд. техн. ун.-т, 2018. - 23 с
2. Физико-химические основы металлургических и машиностроительных производств. Конспект лекций по курсу «Физическая химия» / Сост. Б.М.Соболев, П.В. Бахматов - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУВПО «КНАГТУ», 2016. - 113 с
3. Анализ металлургических процессов при сварке сталей. Методические указания и варианты курсовых проектов / Сост. Б.М. Соболев. - Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре госуд. техн. ун.-т, 2018. - 14 с.
4. Анализ термомеханических и металлургических процессов при сварке сталей. Методические указания и варианты курсовых проектов по дисциплине «Сварка, родственные процессы и технологии» / Сост. Б.М. Соболев. - Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре госуд. техн. ун.-т, 2018. – 4 с.
5. 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

### **8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный. - Загл. с экрана.
2. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>, свободный. - Загл. с экрана.
3. Приложение для поддержки обучения и процесса преподавания с помощью интерактивных модулей learningapps.org [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learningapps.org/>, свободный. – Загл. с экрана.
4. Портал «Открытое образование СПбГЭТУ «ЛЭТИ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://openedu.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
5. Портал «Дистанционные курсы МГУ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://distant.msu.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
6. Портал «Национальный открытый университет «Интуит» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.intuit.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

7. Портал «МГТУ «СТАНКИН» «Универсариум» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://universarium.org>, свободный. – Загл. с экрана.

8. Портал «МГТУ им. Н.Э. Баумана» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://openedu.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

### **8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Единое окно доступа к информационным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Научная электронная библиотека «Киберленинка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

3. «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>

### **8.6 Лицензионное программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты
Microsoft Imagine Premium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>

## **9 Организационно-педагогические условия**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### **9.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

### **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

### **9.3 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

### **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиболее важному средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

## 9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## 10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

### 10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
223а/2	Лаборатория металлургических процессов, термодинамики и теплотехники, медиа	Оборудование (стенды) для проведения лабораторных работ и наглядные пособия.
227/2	Лаборатория теории сварочных процессов и сварки плавлением, медиа	Учебное оборудование: автоматы АДФ - 1250, АДГ-630 УХЛ4, передвижной механический фильтровентиляционный агрегат ФМАС-1000, источники питания ВДУ-1250, ВС-600С, дефектоскоп ультразвуковой EROCH LTC, реостат балластный РБ-302сэ, весы COMERON KFS-222; учебно-лабораторные стенды, сварочные материалы и наглядные пособия. Есть выход в интернет через wi-fi.
218/2	Компьютерный зал	12 ПЭВМ и учебно-наглядные пособия (в электронном виде). Выход в интернет, в том числе через wi-fi.

### 10.2 Технические и электронные средства обучения

#### Лекционные занятия.

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудито-

рии (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

#### **Практические занятия.**

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер).

#### **Самостоятельная работа.**

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КНАГУ:

- читальный зал НТБ КНАГУ;
- компьютерные классы (ауд. 218 корпус № 2).

## **11 Иные сведения**

### **Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);

- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.



## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### по дисциплине

#### «Сварка, родственные технологии и процессы»

Направление подготовки	15.04.01 Машиностроение
Направленность (профиль) образовательной программы	Оборудование и технология сварочного производства
Квалификация выпускника	Магистр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
1, 2	1, 2, 3	17

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен (3), Курсовой проект, Курсовая работа	Кафедра «Технология сварочного и металлургического производства»

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
<p>ПК-1 Способен к организации разработки и внедрению в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, обеспечивающих сокращение затрат труда, соблюдение требований охраны труда и окружающей среды, экономию материальных и энергетических ресурсов</p>	<p>ПК-1.1 Знает основы технологии производства продукции в организации            ПК-1.2 Умеет подготавливать к внедрению прогрессивные технологические процессы сварки, новые сварочные материалы и оборудование            ПК-1.3 Владеет навыками разработки прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования</p>	<p>Знать: физическую сущность способов сварки и физико-химические процессы, происходящие в сварочной ванне            Уметь: определять основные параметры сварки, в зависимости от природы источника нагрева и назначать сварочное оборудование и разрабатывать требования к специальному способу сварки            Владеть навыками: выбора метода сварки, управления параметрами режима сварки и расчета и определения физико-химических процессов в сварочной ванне</p>
<p>ПК-2 Способен к разработке и реализации мероприятий по внедрению прогрессивной техники и технологии, улучшению использования технологического оборудования и оснастки, производственных площадей, повышению качества и надежности сварных конструкций</p>	<p>ПК-2.1 Знает организацию сварочных работ в отрасли и в организации            ПК-2.2 Умеет определять потребности в оборудовании и материалах, необходимых для выполнения сварочных работ            ПК-2.3 Владеет навыками разработки мероприятий по внедрению прогрессивной техники и технологии, улучшению использования технологического оборудования и оснастки, производственных площадей, повышению качества и надежности сварных конструкций</p>	<p>Знать: металлургические процессы, происходящие в процессе сварки            Уметь: подбирать материал конструкций оборудования и оснастки, а также сварочные материалы            Владеть навыками: методика расчета металлургических процессов в сварочной ванне</p>
<p>ПК-4 Способен к организации</p>	<p>ПК-4.1 Знает передовой</p>	<p>Знать: тепловые процес-</p>

<p>разработки технических заданий на проектирование специальной оснастки, инструмента, приспособлений, нестандартного оборудования, средств комплексной механизации и автоматизации технологических процессов сварки</p>	<p>отечественный и зарубежный опыт производства сварных конструкций, технологические процессы сварки, сварочное и вспомогательное оборудование ПК-4.2 Умеет проектировать нестандартное оборудование, специальную оснастку и приспособления, средства автоматизации и механизации для выполнения сварочных работ ПК-4.3 Владеет навыками разработки технических заданий на проектирование специальной оснастки, инструмента, приспособлений, нестандартного оборудования, средств комплексной механизации и автоматизации технологических процессов сварки</p>	<p>сы, происходящие при сварке Уметь: определять распределение тепловых полей при сварке и их влияние на деформационную картину в изделии и в оснастке Владеть навыками: расчета тепловых полей и термических циклов сварки и управления пара-метрами режима сварки</p>
--	--	---

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
<p><b>Раздел 1</b> Физико-химические основы сварочных процессов</p>	<p>ПК-1 ПК-2 ПК-4</p>	<p>Конспект лекций студента.</p>	<p>Полнота конспекта, оформление текста и графического материала.</p>
		<p>Лабораторные работы</p>	<p>Выполнение в соответствии с выданным заданием</p>
		<p>Практические работы</p>	<p>Выполнение в соответствии с выданным заданием</p>
		<p>Курсовое проектирование</p>	<p>Выполнение в соответствии с выданным заданием</p>
<p><b>Раздел 2</b> Металлургические процессы при сварке плавлением.</p>	<p>ПК-1 ПК-2 ПК-4</p>	<p>Конспект лекций студента.</p>	<p>Полнота конспекта, оформление текста и графического материала.</p>
		<p>Лабораторные работы</p>	<p>Выполнение в соответствии с выданным заданием</p>
		<p>Практические работы</p>	<p>Выполнение в соответствии с выданным заданием</p>

			ем
		Курсовое проектирование	Выполнение в соответствии с выданным заданием
<b>Раздел 3</b> Термодеформационные процессы и кристаллизация металлов при сварке.	ПК-1 ПК-2 ПК-4	Конспект лекций студента.	Полнота конспекта, оформление текста и графического материала.
		Лабораторные работы	Выполнение в соответствии с выданным заданием
		Практические работы	Выполнение в соответствии с выданным заданием
		Курсовое проектирование	Выполнение в соответствии с выданным заданием

## 2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
1, 2, 3 семестр <b>Промежуточная аттестация в форме «Экзамен»</b>			
Конспект лекций студента	В течение семестра	5 баллов	<p><b>5 баллов</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– все лекции в наличии;</li> <li>– конспект ведётся аккуратно и понятно;</li> <li>– тексты отличаются логическим построением и связностью;</li> <li>– студент легко ориентируется в пройденном материале.</li> </ul> <p><b>4 балла</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– все лекции в наличии;</li> <li>– конспект ведётся понятно и связно;</li> <li>– студент хорошо ориентируется в пройденном материале.</li> </ul> <p><b>3 балла</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– не все лекции в наличии;</li> <li>– конспект ведётся не понятно и не связно;</li> </ul> <p><b>0 балла</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– конспект отсутствует.</li> </ul>
Лабораторные работы	В течение семестра	30 баллов	<b>30 баллов</b> - студент правильно выполнил практическое задание. Показал отличные знания в рамках

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
			<p>освоенного учебного материала.  <b>25 балла</b> - студент выполнил практическое задание с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках освоенного учебного материала.  <b>15 балла</b> - студент выполнил практическое задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках освоенного учебного материала.  <b>10 баллов</b> - при выполнении практического задания студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний.  <b>0 баллов</b> – задание не выполнено.</p>
Практические работы	В течение семестра	30 баллов	<p><b>30 баллов</b> - студент правильно выполнил практическое задание. Показал отличные знания в рамках освоенного учебного материала.  <b>25 балла</b> - студент выполнил практическое задание с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках освоенного учебного материала.  <b>15 балла</b> - студент выполнил практическое задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках освоенного учебного материала.  <b>10 баллов</b> - при выполнении практического задания студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний.  <b>0 баллов</b> – задание не выполнено.</p>
Расчетно-графическая работа		25 баллов	<p><b>25 баллов</b> - задание выполнено в полном объеме в соответствии с РД 013-2016; студент точно ответил на поставленные вопросы.  <b>20 баллов</b> - задание выполнено в полном объеме в соответствии с РД 013-2016; студент ответил на поставленные вопросы с небольшими затруднениями.  <b>15 баллов</b> - задание выполнено в соответствии с требованиями РД 013-2016; имеет место неполнота изложения и анализа приведенной информации; студент затрудняется с ответами на поставленные вопросы.  <b>10 баллов</b> - задание выполнено с</p>

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
			нарушениями требований РД 013-2016; имеет место неполнота изложения информации; студент не может ответить на поставленные вопросы. <b>0 баллов</b> - задание не выполнено
<b>Текущий контроль:</b>		90 баллов	
<b>Экзамен</b>		2 вопроса = 20 баллов	Один вопрос: 10 баллов - студент правильно ответил на теоретические вопросы билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы. 7 баллов - студент ответил на теоретические вопросы билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов. 4 балла - студент ответил на теоретические вопросы билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей. 0 баллов - при ответе на теоретические вопросы билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.
<b>ИТОГО:</b>	-	110 баллов	-
<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)			
3 семестр <b>Промежуточная аттестация в форме «КР»</b>			
2 семестр <b>Промежуточная аттестация в форме «КП»</b>			
По результатам защиты курсового проекта (работы) выставляется оценка по 4-балльной шкале оценивания - оценка «отлично» выставляется студенту, если в работе содержатся элементы научного творчества и делаются самостоятельные выводы, достигнуты все результаты, указанные в			

задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил отличное владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если в работе достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил хорошее владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если в работе достигнуты основные результаты, указанные в задании, качество оформления отчета в основном соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил удовлетворительное владение материалом работы и способность отвечать на большинство поставленных вопросов по теме работы;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если в работе не достигнуты основные результаты, указанные в задании или качество оформления отчета не соответствует установленным в вузе требованиям, или при защите студент проявил неудовлетворительное владение материалом работы и не смог ответить на большинство поставленных вопросов по теме работы.

### **3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы**

#### **3.1 Задания для текущего контроля успеваемости**

##### **Тесты**

Варианты тестов:

1

Вопрос №1: Стандартной теплотой образования называют:

- Варианты ответов:
- 1. Тепловой эффект реакции образования одного моля данного соединения из простых веществ, отвечающих наиболее устойчивому состоянию;
- 2. Теплоту образования отнесенную к одному молю соединения при 298 К (25° С)  $\Delta H^{\circ}298$ ;
- 3. Тепловой эффект реакции окисления одного моля данного соединения кислородом с образованием высших оксидов соответствующих элементов;

Вопрос №2 Первое следствие из закона Гесса :

- Варианты ответов:
- 1. Если протекают две химические реакции, которые приводят от различных начальных к одинаковым конечным состояниям, то разность их тепловых эффектов представляет собой тепловой эффект перехода от одного начального состояния в другое;
- 2. Тепловой эффект химической реакции равен разности суммы теплот образования продуктов реакции и суммы теплот образования исходных веществ;
- 3.  $d\Delta H/dT = \Sigma c_{обр} - \Sigma c_{исх}$

Вопрос №3: Термодинамически правильно первый закон ТД можно записать:

- Варианты ответов:
- 1.  $dQ = dU + dL$ ;  $dq = du + d l$ ;
- 2.  $dU = \delta Q + \delta L$ ;  $du = \delta q + \delta l$ ;
- 3.  $\delta Q = dU + \delta L$ ;  $\delta q = du + \delta l$ ;
- 4.  $dU = dQ + \delta L$ ;  $du = \delta q + d l$ ;

Вопрос №4: Зависимость теплового эффекта реакции от температуры выражается уравнением Кирхгофа:

- Варианты ответов:
- 1.  $d\Delta H/dT = \Sigma c_{обр} - \Sigma c_{исх}$
- 2.  $\Delta H_T = \Delta H_{T0} + \Delta c_p dT$
- 3.  $(\partial(\Delta H)/\partial T)_p = c_p$ ;  $(\partial(\Delta H)/\partial T)_V = c_V$
- 

Вопрос №5: Растворами называют:

- Варианты ответов:
- 1. Однородные системы
- 2. Системы, состоящие из двух и более элементов;
- 3. Однородные системы переменного состава

2

Вопрос №1. Какая фаза структуры металла сварного шва называется карбидом?

- Варианты ответов:
- 1 химическое соединение металла с металлом;
- 2 химическое соединение металла с углеродом;
- 3 химическое соединение металла с азотом
- Вопрос №2. Какое влияние оказывает сера на металл сварных швов?
- Варианты ответов:
- 1 способствует измельчению структуры;
- 2 способствует образованию горячих трещин;
- 3 способствует образованию интерметаллидов

Вопрос №3. В чем заключается эффект рафинирования металла сварочной ванны?

- Варианты ответов:
- 1 измельчение структуры металла;
- 2 удаление из металлического расплава вредных примесей;
- 3 увеличение содержания в металле карбидов.

Вопрос №4. Металлургические преимущества вакуумной защиты сварочной ванны заключаются в:

- Варианты ответов:
- 1 увеличении объема наплавленного металла;
- 2 уменьшении содержания газов и легкоплавких примесей в металле;
- 3 уменьшении содержания углерода в металле.

Вопрос №9. Упругость диссоциации оксида это:

- Варианты ответов:
- 1 показатель, пропорциональный модулю его упругости;
- 2 величина давления свободного, кислорода, отвечающая состоянию равновесия реакции;
- 3 показатель его способности не диссоциировать при повышенных температурах

Вопрос №10. Какой карбидообразующий элемент имеет большее сродство к углероду: Сг, W, Ti?

- Варианты ответов:
- 1 Сг;
- 2 Ti;
- 3 W.

Вопрос №11. Модифицирование металла сварного шва это:

- Варианты ответов:
- 1 измельчение его структуры;



- 2 изменение его фазового состава;
- 3 повышение его твердости

Вопрос №13. Ликвация в металле сварных швов это:

- Варианты ответов:
- 1 неоднородность по химическому составу металла;
- 2 недостаток в металле легирующих элементов;
- 3 повышенное содержание в металле фосфора.

Вопрос №15. Какие элементы являются модификаторами металла?

- Варианты ответов:
- 1 V, Nb, Ti;
- 2 C, S, O;
- 3 Mn, Fe, Ni.

### Вопросы для собеседования (опроса)

1 Тема «Раздел 1 *Основы химической термодинамики* »

1. Сущность первого закона термодинамики и его математическое выражение.
2. Закон Гесса и его следствия.
3. Уравнение Кирхгофа и его применение.
4. Сущность второго закона термодинамики и его математическое выражение.
5. Термодинамические функции и дифференциальные уравнения.
6. Обратимость и равновесие химических реакций.
7. Методика расчета равновесий методом абсолютных энтропий.
8. Связь константы равновесия с термодинамическими функциями.
9. Зависимость констант равновесия от температуры. Вывод уравнения.
10. Максимальная работа химической реакции.
11. Скорость химической реакции и ее зависимость от концентрации.
12. Порядок химической реакции.
13. Энергия активации и ее роль в кинетике реакций.
14. Кинетика в гетерогенных системах.
15. Диффузионная и кинетическая области протекания процессов.

2. Тема «Раздел 2 *Физикохимические основы взаимодействия фаз при сварке плавлении*»

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 и 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 штуч-

ными 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.

### Темы индивидуальных творческих заданий/проектов

1. Расчет термодинамических характеристик реакций (химические реакции, условия) (КП 1-й семестр).

Перечень реакций и условий для расчета термодинамических характеристик

Вариант	Реакция	T <sub>1</sub> , К	T <sub>2</sub> , К	ΔT
1	$2Fe_3O_4 = 6FeO + O_2$	900	1200	50
2	$Fe_3O_4 = 3Fe + 2O_2$	900	2200	100
3	$2CO + O_2 = 2CO_2$	600	1600	100
4	$2H_2 + O_2 = 2H_2O$	1400	2000	50
5	$CO_2 + H_2 = CO + H_2O$	600	1600	50
6	$C + CO_2 = 2CO$	800	1300	50
7	$C + H_2O = CO + H_2$	800	1800	100
8	$C + 2H_2O = CO_2 + H_2$	1200	2000	100
9	$2C + O_2 = 2CO$	500	1200	50
10	$FeO + CO = Fe + CO_2$	800	1300	50
11	$Fe_3O_4 + 4H_2 = 3Fe + 4H_2O$	500	900	20
12	$3Fe + 2CO = Fe_3C + CO_2$	900	2000	50
13	$Fe_2O_3 + 3H_2 = 2Fe + 3H_2O$	600	1600	50
14	$FeS + CaO = CaS + FeO$	1600	2000	50
15	$FeS + MnO = MnS + FeO$	1700	2000	20
16	$FeS + MgO = MgS + FeO$	1700	2000	20
17	$CaCO_3 = CaO + CO_2$	1200	1900	50
18	$MnCO_3 = MnO + CO_2$	1400	2000	50
19	$MgCO_3 = MgO + CO_2$	1400	2000	50
20	$SiO_2 + 3C = SiC + 2CO$	1500	2200	50
21	$2MnO_2 + CO = Mn_2O_3 + CO_2$	1300	1900	50
22	$MgO + C = Mg + CO$	1300	2000	20
23	$V_2O_5 + 5C = 2V + 5CO$	1000	2400	20
24	$Na_2CO_3 = Na_2O + CO_2$	800	1800	10
25	$SiO_2 + 2Mn = Si + 2MnO$	1500	2300	50
26	$3NaF + Al = AlF_3 + 3Na$	700	1400	100
27	$5Cu_2O + 2P = P_2O_5 + 10Cu$	900	1900	100
28	$3ZnCl_2 + 2Al = 2AlCl_3 + 3Zn$	600	1600	100

2. Анализ металлургических процессов при сварке сталей (марки сталей) (КП 2-й семестр).

3. Анализ термомеханических и структурных процессов при сварке сталей (марки сталей параметры изделий) (КП 3-й семестр).

Провести анализ структурных и термомеханических процессов при сварке «Стали №2» выбранным способом и режиме сварки. Описать структуру шва и околшов-

ной зоны. Разработать устройство для оценки термодинамических процессов при сварке.

Таблица - 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	08X17Т	100	23	30ХМ	10X13	20
3	30	15X25	60	24	15X12ВНМФ	12ХМФ	30
4	09Г2С	12X17	25	25	08X17Т	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	40Х	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	40Х	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

### Задания для промежуточной аттестации

#### Контрольные вопросы к экзамену

##### Раздел 1

1. Сущность первого закона термодинамики и его математическое выражение.
2. Закон Гесса и его следствия.
3. Уравнение Кирхгофа и его применение.
4. Сущность второго закона термодинамики и его математическое выражение.
5. Термодинамические функции и дифференциальные уравнения.
6. Обратимость и равновесие химических реакций.
7. Методика расчета равновесий методом абсолютных энтропий.
8. Связь константы равновесия с термодинамическими функциями.
9. Зависимость констант равновесия от температуры. Вывод уравнения.
10. Кинетика в гетерогенных системах.

##### Раздел 2

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.

