

Министерство науки и высшего образования 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» 04 2018 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Сварка специальных сталей и сплавов»  
основной профессиональной образовательной программы  
подготовки бакалавров  
по направлению 15.03.01 «Машиностроение»  
профиль «Оборудование и технология сварочных процессов»

Форма обучения Очная

Технология обучения Традиционная

Комсомольск-на-Амуре 2018

Автор рабочей программы  
профессор, канд.тех.наук, профессор

  
Соболев Б. М.  
« 18 » 01 2018 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки

  
И.А. Романовская  
« 17 » 01 2018 г.

Заведующий выпускающей кафедрой  
«Машиностроение и металлургия»

  
Бахматов П. В.  
« 16 » 01 2018 г.

Декан факультета «Института компьютерного проектирования машиностроительных технологий и оборудования»

  
Саблин П. А.  
« 16 » 01 2018 г.

Начальник учебно-методического  
управления

  
Е.Е. Поздеева  
« 25 » 01 2018 г.

## Введение

Рабочая программа дисциплины «Сварка специальных сталей и сплавов» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от \_03 сентября\_2015\_ № 957, и основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 15.03.01 «Машиностроение»

### 1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	Сварка специальных сталей и сплавов							
Цель дисциплины	Сформировать у студентов научный подход к разработке технологии сварки специальных сталей и сплавов.							
Задачи дисциплины	Дать студенту подготовку по научному подходу к выбору принципиальной технологии сварки специальных сталей, работающих при высоких и низких температурах, в условиях нейтронного облучения, коррозии, ударно-усталостного нагружения и других экспериментальных условиях.							
Основные разделы дисциплины	1. Сварка высоколегированных и разнородных сплавов							
Общая трудоемкость дисциплины	_4_ з.е. / _144_ академических часов							
	Семестр	Аудиторная нагрузка, ч				СРС, ч	Промежуточная аттестация, ч	Всего за семестр, ч
		Лекции	Пр. занятия	Лаб. работы	Курсовое проектирование			
	_8_ семестр	36		36		72		144
ИТОГО:	36		36		72		144	

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

Дисциплина «Сварка специальных сталей и сплавов» 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 выби-	З1(ПК-17-6)Знать: О	У1(ПК-17-6)Уметь:	Н1(ПК-17-6)

рать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения	прогрессивных методах реализации технологических процессов изготовления сварных конструкций	Определять и управлять факторами технологических операций, увеличивающих эффективность изготовления и качество изделия	Владеть: Навыками участия в технологическом процессе в качестве помощника оператора сварочной установки. Выбора способов и режимов сварки спецсталей
---	---	--	--

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

Дисциплина(модуль) «Сварка специальных сталей и сплавов» изучается на 4 курсе(ах) в 8 семестре(ах).

Дисциплина является базовой дисциплиной входит в состав блока Б1.В. ДВ.3 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой, вариативной части дисциплин по выбору.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные на предыдущих этапах освоения компетенции ПК-17 Материаловедение; Теория сварочных процессов; Контроль и управление технологическими процессами сварки.

Дисциплина «Сварка специальных сталей и сплавов» необходима при прохождении преддипломной практики, сдачи государственного экзамена и защиты ВКР. Входной контроль не проводится

### 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 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

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

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

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Очная форма обучения
удиторная работа, всего:	72
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	36
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия) лабораторные работы	36
<b>Внеаудиторная работа, всего:</b>	72
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	72
<b>Самостоятельная работа обучающихся, всего</b>	72
Промежуточная аттестация обучающихся	итоговая оценка

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

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

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 Сварка высоколегированных и разнородных сплавов</b>					
<b>Тема1:</b> Введение. Основные сведения о специальных сталях	Лекция	4	Интерактивная (презентация)	ПК-17	31(ПК-17-6)
<b>Тема2:</b> Влияние легирующих элементов на процессы, протекающие в сталях при сварке	Лекция	8	Интерактивная (презентация)	ПК-17	31(ПК-17-6)
<b>Тема3:</b> Свариваемость легированных ста-	Лекция	8	Интерактивная (презентация)	ПК-17	31(ПК-17-6)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
лей. Горячие и холодные трещины в сварных соединениях					
<b>Тема4:</b> Сварка жаропрочных перлитных сталей. Технология сварки и свойства сварных соединений	Лекция	8	Интерактивная (презентация)	ПК-17	31(ПК-17-6)
<b>Тема5:</b> Сварка аустенитных хромоникелевых сталей. Межкристаллитная коррозия и охрупчивание металла сварного соединения	Лекция	8	Интерактивная (презентация)	ПК-17	31(ПК-17-6)
<b>Тема6:</b> Сварка разнородных сталей. Образование и строение зоны сплавления	Лекция	4	Интерактивная (презентация)	ПК-17	31(ПК-17-6)
<b>Тема7:</b> Сварка сплавов на никелевой и титановой основе	Лекция	4	Интерактивная (презентация)	ПК-17	31(ПК-17-6)
<b>Тема:1</b> Исследование влияния хрома на жаростойкость сварных швов	Лабораторная работа	8	Традиционная	ПК-17	Н1(ПК-17-6)
<b>Тема:2</b> Изучение структуры сварного соединения коррозионно стойких сталей.	Лабораторная работа	8	Традиционная	ПК-17	Н1(ПК-17-6)
<b>Тема:3</b> Изучение влияния	Лабораторная работа	8	Традиционная	ПК-17	Н1(ПК-17-6)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
легирующих элементов на процессы в сталях при сварке					
<b>Тема:4</b> Изучение технологии сварки титановых сплавов	Лабораторная работа	8	Традиционная	ПК-17	Н1(ПК-17-6)
<b>Тема:5</b> Исследование образование пор при электродуговой сварке	Лабораторная работа	8	Традиционная	ПК-17	Н1(ПК-17-6)
<b>Тема:6</b> Взаимодействие алюминия с водородом	Лабораторная работа	4	Традиционная	ПК-17	У1(ПК-17-6)
Технологический процесс сварки специальных сталей (марка, способ сварки)	Самостоятельная работа обучающихся (РГР)		РГР	ПК-17	У1(ПК-17-6)
<b>Промежуточный контроль</b>			Зачет с оценкой		
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	Лекции	36	-	-	-
	Лабораторные работы	36	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся (РГР)	72	-	-	-
<b>ИТОГО:</b> общая трудоемкость дисциплины ...144 часов, в том числе с использованием активных методов обучения 36 часов					

## **6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Сварка специальных сталей», состоит из следующих компонентов: изучение теоретических разделов дисциплины; подготовка лабораторным занятиям; подготовка и оформление расчётно-графической работы.

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

1. Технологический процесс сварки специальных сталей Методические указания и варианты расчетных заданий / Сост. Б.М. Соболев. - Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре госуд. техн. ун-т, 2018. - 6 с.
2. Анализ металлургических процессов при сварке сталей. Методические указания и варианты заданий / Сост. Б.М. Соболев. - Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре госуд. техн. ун-т, 2018. - 14 с.
3. Абрашин, А.В. Сварка специальных сталей и сплавов: учеб. пособие. – Брянск: БГТУ, 2005. – 116 с.
4. Теория сварочных процессов: Учеб. для вузов по спец. «Оборудование. и технология сварочного производства»/ /В. Н. Волченко, В. М. Ямпольский, В. А. Винокуров и др.; Под ред. В. В. Фролова. — М.: Высш. шк., 1988. 559 с: ил

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 4.

Общие рекомендации по организации самостоятельной работы:

Выполнение учебной нагрузки 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.

Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра. Следует правильно организовать свои занятия по времени и в течение всего семестра.

Таблица 4–Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю																Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Подготовка к лабораторным занятиям	0,5		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5		0,5		4
Изучение теоретических разделов дисциплины		2		2		2		2		2		2		2		2	16
Подготовка, оформление и защита РГР	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	52
<b>ИТОГО в 8 семестре</b>	<b>3,5</b>	<b>5</b>	<b>3,5</b>	<b>5</b>	<b>3,5</b>	<b>5</b>	<b>3,5</b>	<b>5</b>	<b>3,5</b>	<b>5</b>	<b>3,5</b>	<b>5</b>	<b>4,5</b>	<b>6</b>	<b>4,5</b>	<b>6</b>	<b>72</b>

## 7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Темы 1-6	З1(ПК-17-6)	Опрос, тесты по темам	Аргументированность ответов
Темы 1-6	У1(ПК-17-6)	Защита лабораторных работ	Полнота и правильность выполнения работ
Темы 1-6	Н1(ПК-17-6))	РГР	Полнота и правильность выполнения задания

Промежуточная аттестация проводится в форме итоговой оценки.

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

Таблицаб – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
	8 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме итоговой оценки</i>			
	Выполнение и защита 6-и лаб. раб	В течение семестра	<b>30 баллов (5баллов за каждую л/р)</b>	<p>5 баллов - студент правильно выполнил лаб. раб. Показал отличные знания при защите в рамках освоенного учебного материала.</p> <p>4 балла - студент выполнил лаб. раб с небольшими неточностями. Показал хорошие знания при защите в рамках освоенного учебного материала.</p> <p>3 балла - студент лаб. раб выполнил лаб. раб с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания при защите в рамках освоенного учебного материала.</p> <p>2 балла - при выполнении и защите лаб. раб студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний.</p> <p>1 балл – работа выполнена, но не защищена.</p>

	Выполнение и защита РГР		55	<p>55 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>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.</p> <p>40 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.</p> <p>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.</p>
	Текущая аттестация		85	
	<b>ИТОГО</b>		<b>85 баллов</b>	
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b>  0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (0-54 <b>баллов</b>, недостаточный уровень для текущей аттестации по дисциплине);  65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (55-63 <b>баллов</b>, пороговый (минимальный) уровень);  75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (64-71 <b>баллов</b>, средний уровень);  85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (72-85 <b>баллов</b>, высокий (максимальный) уровень)</p>				

## Задания для текущего контроля

Темы лабораторных работ приведены в таблице 3.

### Тесты

Варианты тестов по дисциплине:

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: Какая причина повышенного разбрызгивания капель металла при сварке в углекислом газе?

Варианты ответов:

- 1) высокое значение величины поверхностного натяжения на границе газ металл;
- 2) малое значение этого показателя;
- 3) высокая плотность сварочного тока.

Вопрос №3: Чем отличается сварочный шлак от флюса?

Варианты ответов:

- 1) ничем не отличается;
- 2) отличается температурой затвердевания;
- 3) шлак жидкий, а флюс твердый

Вопрос №4: Модифицирование металла сварного шва это:

Варианты ответов:

- 1) измельчение его структуры;
- 2) изменение его фазового состава;
- 3) повышение его твердости.

Вопрос №5: Какие стали называют низколегированными?

Варианты ответов:

- 1) количество легирующих элементов не превышает 5 %;
- 2) теплоустойчивые (12ХМ, 20ХН, 20ХМФ);
- 3) количество легирующих элементов не превышает 10 %;

Вопрос №6: Какие стали называют среднелегированными?

Варианты ответов:

- 1) количество легирующих элементов составляет 5...10 %;
- 2) конструкционные (30ХГСНД, 30ХН2МФА);
- 3) количество легирующих элементов не превышает 20 %;

Вопрос №7: Какие стали называют высоколегированными?

Варианты ответов:

- 1) количество легирующих элементов составляет от 10 до 55 %);
- 2) сплавы на железоникелевой основе
- 3) жаростойкие (окалиностойкие), способные сопротивляться окисляющему действию рабочей среды при  $T > 500 \text{ }^\circ\text{C}$

Вопрос №7: Феррит (Ф) это:

Варианты ответов:

- 1) Твердый раствор внедрения углерода в  $\gamma$ -железе;
- 2) Твердый раствор внедрения углерода в  $\alpha$ -железе (также и  $\delta$ -железе);
- 3) Растворимость углерода (С), 0,02% при 723  $^\circ\text{C}$

Вопрос №8: Аустенит (А) это:

Варианты ответов:

- 1) Твердый раствор внедрения углерода в  $\alpha$ -железе (также и  $\delta$ -железе);
- 2) Растворимость углерода (С), 2,14 при 1130 °С;
- 3) Пересыщенный твердый раствор С в  $\alpha$ -железе

Вопрос №9: Мартенсит (М) это:

Варианты ответов:

- 1) Хрупкая, твердая фаза ( $HRC \geq 60$ );
- 2) Пересыщенный твердый раствор С в  $\alpha$ -железе;
- 3) Соединение С с одним или несколькими металлами

Вопрос №10: Цементит (Ц) это:

Варианты ответов:

- 1) Хрупкая, твердая, слабомагнитная фаза (65 HRC);
- 2) Химическое соединение железа с углеродом (карбид железа),  $Fe_3C$ ;
- 3) Соединение С с одним или несколькими металлами

Вопрос №11: Как влияют ЛЭ на растворимость углерода в аустените?

Варианты ответов:

- 1) Большинство ЛЭ уменьшают растворимость углерода в аустените при всех температурах;
- 2) Большинство ЛЭ увеличивают растворимость углерода в аустените;
- 3) ЛЭ снижают температуру  $A_{c1}$  и содержание углерода в эвтектоиде

## Темы РГР

### Технологический процесс сварки специальных сталей

В работе необходимо описать свойства для двух марок сталей (варианты задания 1 см таб. 1) привести на основании изучения литературных данных по каждой марке стали ее химический состав, химические, физические и механические свойства, указать в каких областях машиностроения получили наибольшее применение эти стали.

Необходимо также назначить режимы термической обработки сварного шва этой стали или сплава применительно к конкретным условиям эксплуатации изделия, подобрать состав и марку электродов и выбрать с обоснованием оптимальный способ и режим сварки ( $I_{св}$ ,  $U_{св}$ ,  $v_{св}$ ) и указать возможные дефекты сварного шва.

Ответить на вопросы, номер варианта задания приведен в таблице.

Таблица - Варианты заданий

Номер варианта	Сталь №1	Сталь №2	Номера контрольных вопросов
1	15X12ВНМФ	08X18Н10	1,17,33
2	08X17Т	12X18Н2Т	2,18,34
3	15X25	20X23Н8	3,18,35
4	12X17	12X22Н5Т	4,20,36
5	09X16Н4Б	08X20Н14С2	5,21,37
6	40X13	10X14Г14Н4Т	6,22,38
7	30X13	X16Н9М2	7,23,39
8	14X17Н2	20X23Н18	8,24,40
9	15ХНМФ	X16Н9М2	9,25,41

10	12X13	03X16H15M3	10,26,42
11	20X13	45X14H14B2M	11,27,43
12	0X13	X17AГ14	12,28,44
13	X17	0X23H28M2T	13,29,45
14	X5BФ	X15H35B3T	14,30,46
15	X8BФ	X22H38B3T	15,31,47
16	12К	08X18H10T	16,32,48
17	15К	110Г13	17,33,49
18	20К	10X18H6Г8	18,34,50
19	12ХМФ	10X18Г24	19,35,51
20	15X5MФ	03H3	11,26,42
21	X	03H6	12,27,43
22	XBГ	03H9	13,28,44
23	10X13	X20H80	14,29,45
24	10К	X30H70	3,18,34

### Контрольные вопросы

1. По каким показателям классифицируются стали и сплавы?
2. Перечислите структурные составляющие системы Fe–C.
3. Чем отличается аустенит от феррита?
4. Как классифицируются стали по назначению?
5. Каким образом определяется принадлежность стали к структурному классу?
6. Какие формы нестабильности структуры наблюдаются в сталях под действием длительных нагревов?
7. Когда в сталях наблюдается межзеренная деформация?
8. Какими несовершенствами характеризуется сварное соединение?
9. Как распределяются легирующие элементы между ферритом и карбидами?
10. Как влияют легирующие элементы на положение критических точек?
11. Как влияют легирующие элементы на положение C-образной кривой изотермического распада аустенита?
12. Как влияют легирующие элементы на физические свойства сталей?
13. Дайте определение критической температуры хрупкости.
14. Что влияет на кристаллизацию металла сварочной ванны?
15. Как можно регулировать первичную структуру сварного шва?
16. Как влияет режим сварки на степень внутрикристаллической ликвации?
17. Какими факторами определяется сопротивляемость сварного соединения образованию горячих трещин?
18. Какие способы применяются для повышения сопротивляемости сварных соединений образованию горячих трещин?
19. Как влияет химический состав металла шва на процесс образования горячих трещин?
20. Как можно изменить темп деформаций при сварке и пластичность металла шва?
21. Что такое холодная трещина?
22. Какие факторы способствуют образованию холодных трещин?
23. Для чего применяют предварительный подогрев металла?
24. Какой вид термообработки позволяет повысить вязкость сварного соединения?
25. Какие перлитные стали называют жаропрочными?
26. Какие трудности возникают при сварке перлитных жаропрочных сталей.

27. Какие требования предъявляются к сварочным материалам?
28. Какие меры применяют для уменьшения содержания водорода в металле шва?
29. Что такое "отдых" сварных соединений, когда и с какой целью его применяют?
30. Каковы общие рекомендации при сварке хромистых сталей?
31. Назовите основную трудность при сварке хромистой стали и укажите, как с ней бороться.
32. Какие трудности возникают при сварке мартенситно-ферритных сталей?
33. Какие трудности возникают при сварке ферритных сталей.
34. Пути повышения стойкости ферритных сталей против МКК.
35. Почему аустенитные хромоникелевые стали называют металлом атомного века?
36. Как влияет скорость охлаждения на структуру аустенитных сталей?
37. Как избежать появления горячих трещин в сварных соединениях аустенитных сталей?
38. Как уменьшить темп деформаций при сварке?
39. Как можно повысить пластичность металла шва?
40. Для чего в аустенитные стали вводят вторую фазу?
41. Пути устранения МКК в металле шва и околошовной зоне.
42. С какой целью в сварочную ванну вводят твёрдый присадочный материал?
43. Что такое струйный перенос металла?
44. В чём преимущество импульсно-дуговой сварки?
45. В каких случаях применяют сварку разнородных металлов?
46. Как влияет содержание никеля в металле аустенитного шва на ширину хрупких мартенситных прослоек?
47. Что означает понятие "реактивная диффузия"?
48. Как снижается миграция углерода в сварных соединениях?
49. Какими свойствами обладают никелевые сплавы?
50. Какие трудности возникают при сварке никелевых сплавов.
51. Как предотвратить возможность образования горячих трещин в никелевых сплавах?
52. Какие изменения структуры наблюдаются в ЗТВ никелевых сплавов?

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

### **8.1 Основная литература**

1. Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением: Учебное пособие для вузов / А. И. Акулов, Г. А. Бельчук, В. П. Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. - 432с.
2. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки: Учебник для вузов / Под ред. А.И.Акулова. - 2-е изд., испр., доп. - М.: Машиностроение, 2003. - 560с.
3. Сварка разнородных металлов и сплавов / В. Р. Рябов, Д. М. Рабкин, Р. С. Курочко, Л. Г. Стрижевская. - М.: Машиностроение, 1984. - 240с.

4. Сварка и свариваемые материалы: Справочник: в 3 т. Т.1 : Свариваемость материалов / Под ред. Э.Л.Макарова. - М.: Металлургия, 1991. - 528с.
5. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки: Учебник для вузов / Под ред. А.И.Акулова. - 2-е изд., испр., доп. - М.: Машиностроение, 2003. - 560с.
6. Сварка: введение в специальность [Электронный ресурс] : учебное пособие / под ред. В. А. Фролова. - 4 изд., перераб. - М. : Альфа-М : Инфра-М, 2013. - 384 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. - Загл. с экрана.

## 8.2 Дополнительная литература

1. Коротков В.А. Сварка специальных сталей и сплавов [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В.А. Коротков. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2013. — 31 с. // IPRbooks : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20698.html>, ограниченный. – Загл. с экрана.
2. Статистический термодинамический анализ структурных выделений в сварных соединениях аустенитных сталей и сплавов: Учебное пособие для вузов / С. И. Феклистов, А. В. Фролов, П. В. Бахматов, В. И. Муравьев. - Комсомольск-на-Амуре : Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2012. - 136с.
3. Козлов, Р.А. Сварка теплоустойчивых сталей / Р. А. Козлов. - Л.: Машиностроение, 1986. - 161с
4. Быковский, О.Г. Сварка и резка цветных металлов [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. Г. Быковский, В. А. Фролов, В. В. Пешков. – М. : Альфа-М : ИНФРА-М, 2017. – 336 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. - Загл. с экрана.// М.: Металлургия, 1986, 437с.

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

1. <http://www.knastu.ru/forstudtns/library/digital-resources.html> , сайт внутреннего доступа <http://192.168.24.259/>
2. Перечень периодических изданий, рекомендуемых для освоения дисциплины

Наименование периодического издания	Форма издания (печатный или электронный ресурс)	Доступ ресурса
Сварочное производство	<a href="http://www.ic-im.ru/info/svarochnoe_proizvodstvo_">www.ic-im.ru/info/svarochnoe_proizvodstvo_</a>	свободный доступ сети Интернет

Сварка и диагностика	<a href="http://www.svarka.naks.ru">www.svarka.naks.ru</a>	свободный доступ сети Интернет
Автоматическая сварка	<a href="http://www.nas.gov.ua/pwj">www.nas.gov.ua/pwj</a>	свободный доступ сети Интернет

## 10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Обучение дисциплине «Исследование рынка» предполагает изучение курса на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций и практических занятий.

Таблица 7 Методические указания к отдельным видам деятельности

Вид учебного занятия	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения. Выделять ключевые слова, формулы, отмечать на полях уточняющие вопросы по теме занятия
Лабораторная работа	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 практическим занятиям, изучение теоретических разделов дисциплины, подготовка РГР.

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений. СРС по дисциплине «Сварка специальных сталей» включает следующие виды работ:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному заданию;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к лабораторным работам;
- выполнение и оформление РГР;

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения дисциплины осуществляется посредством:

- представления в указанные контрольные сроки результатов выполнения заданий для текущего контроля;
- выполнения и защиты РГР;

Текущий контроль качества освоения отдельных тем дисциплины осуществляется на основе рейтинговой системы. Этот контроль осуществляется в течение семестра и качество усвоения материала (выполнения задания) оцени-

вается в баллах, в соответствии с таблицей 6.

Промежуточная аттестация в конце 8-го семестра выставляется зачет с оценкой, оценивается в баллах.

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

Освоение дисциплины «Сварка специальных сталей и сплавов» основывается на активном использовании Microsoft Power Point, Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Office в процессе изучения теоретических разделов дисциплины и подготовки к лабораторным занятиям.

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 официальном 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 практических заданий.

### **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для реализации программы дисциплины «Сварка специальных сталей» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 8.

Таблица 8 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
с выходом в интернет	Металлургических процессов	3 персональный ЭВМ; 1 экран с проектором 1 электронная доска, стенды для выполнения лабораторных работ	Проведение лекционных занятий в виде презентаций, выполнение лабораторных работ