

Министерство науки и высшего образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»

Кафедра « Машиностроения и металлургии »



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

И.В. Макурин

02 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 сварочного производства»

Форма обучения

Заочная

Технология обучения

Традиционная

Комсомольск-на-Амуре 20__

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


« 2 » 02 2018 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки


« 5 » 02 2018 г.

Заведующий выпускающей кафедрой
«Машиностроение и металлургия»


« 2 » 02 2018 г.

Декан факультета *«Заочного и дистанционного обучения»*


« 2 » 02 2018 г.

Начальник учебно-методического
управления


« 9 » 02 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			
7 семестр	8		10		122	4	144	
ИТОГО:		8		10		122	4	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 выбирать основные и вспомогательные материалы и способы	З1(ПК-17-7)Знать: О прогрессивных методах реализации технологических процессов изготовле-	У1(ПК-17-7)Уметь: Определять и управлять факторами технологических опера-	Н1(ПК-17-7) Владеть: Навыками участия в технологическом

реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения	ния сварных конструкций	ций, увеличивающих эффективность изготовления и качество изделия	процессе в качестве помощника оператора сварочной установки
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------	------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

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

Дисциплина является основной дисциплиной входит в состав «Дисциплины (модули)» и относится к 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
	Заочная (очно-заочная) форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	
Аудиторная работа, всего:	128
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие пре-	8

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Заочная (очно-заочная) форма обучения
имущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	10
Внеаудиторная работа, всего:	122
В том числе:	
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	122
Промежуточная аттестация обучающихся	зачет с оценкой

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
Раздел 1 Сварка высоколегированных и разнородных сплавов					
Тема1: Введение. Основные сведения о специальных сталях	Лекция	2	Самостоятельная работа обучающихся	ПК-17	31(ПК-17-7)
Тема2: Влияние легирующих элементов на процессы, протекающие в сталях при сварке	Лекция	2	Интерактивная (презентация)	ПК-17	31(ПК-17-7)
Тема3: Свариваемость легированных сталей. Горячие и холодные трещины в сварных соединениях	Лекция	2	Интерактивная (презентация)	ПК-17	31(ПК-17-7)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудо-емкость (в часах)	Форма про-ведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компе-тенции	Знания, уме-ния, навыки
Тема4: Сварка жаропрочных перлитных сталей. Технология сварки и свойства сварных соединений	Лекция	2	Интерактив-ная (презен-тация)	ПК-17	З1(ПК-17-7)
Тема5: Сварка аустенитных хромоникеле-вых сталей. Межкристал-литная корро-зия и охрупчи-вание металла сварного со-единения	Лекция	2	Интерактив-ная (презен-тация)	ПК-17	З1(ПК-17-7)
Тема6: Сварка разнородных сталей. Обра-зование и стро-ение зоны сплавления	Лекция	2	Интерактив-ная (презен-тация)	ПК-17	З1(ПК-17-7)
Тема7: Сварка сплавов на никелевой и ти-тановой основе	Лекция		Самостоя-тельная ра-бота обуча-ющихся	ПК-17	З1(ПК-17-7)
Тема:1 Изуче-ние структуры сварного со-единения кор-розионно-стойких сталей	Лабораторная работа	4	Традицион-ная	ПК-17	У1(ПК-17-7)
Тема:2 Изуче-ние влияния легирующих элементов на процессы в сталях при сварке.	Лабораторная работа	2	Традицион-ная	ПК-17	У1(ПК-17-7)
Тема:3 Иссле-дование обра-зование пор при электроду-говой сварке.	Лабораторная работа	4	Традицион-ная	ПК-17	У1(ПК-17-7) Н1(ПК-17-7)
Технологиче-	Контрольная работа	122	Самостоя-		Н1(ПК-17-7)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудо-емкость (в часах)	Форма про-ведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компе-тенции	Знания, уме-ния, навыки
ский процесс сварки специальных сталей (марка, способ сварки)			тельная ра-бота обуча-ющихся		
Текущий кон-троль		4	Зачет с оценкой		
ИТОГО по по дисци-плине	Лекции	8	-	-	-
	Лабораторные работы	10	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	122	-	-	-
ИТОГО: общая трудоемкость дисциплины ... 144 часов, в том числе с использованием активных методов обучения 8 часов					

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 курсовых проектов / 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 установочной сессии на этих же занятиях преподаватель 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	17	18	19	20	
Подготовка к лабораторным работам																2	2	2	2	2	10
Изучение теоретических разделов дисциплины	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	100
Подготовка, оформление и защита контрольной работы																			6	6	12
ИТОГО в семестре	3	3	4	6	6	8	8	122													

6 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 1-7	З1(ПК-17-7)	Тесты по темам	Аргументированность ответов
Темы 1-3	У1(ПК-17-7)	Лабораторные работы	Полнота и правильность выполнения работ
Темы 1-7	Н1(ПК-17-7))	Контрольная работа	Полнота и правильность выполнения задания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачет с оценкой.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) 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
	8 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме экзамена</i>			
	3 лабораторные работы	В течение сессии	15 баллов (5 баллов за каждую л/р)	<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>

	Контрольная работа	В течение семестра	30 баллов	<p>30 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>20 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>10 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>
	Тест по дисциплине	В течение сессии	5 баллов	<p>60-70% правильных ответов на вопросы теста – 3 балла</p> <p>71-80% правильных ответов на вопросы теста - 4 балла</p> <p>81-100% правильных ответов на вопросы теста -5 баллов</p>
	Текущая аттестация		50 баллов	
	ИТОГО		50 баллов	
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</p> <p>0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов (0-32)– «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для текущей аттестации по дисциплине);</p> <p>65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов (33-37)– «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);</p> <p>75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов (38-42) – «хорошо» (средний уровень);</p> <p>85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов (43-50) – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>				

Задания для текущего контроля

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 $T > 500$ °С

Вопрос №7: Феррит (Ф) это:

Варианты ответов:

- 1) Твердый раствор внедрения углерода в γ -железе;
- 2) Твердый раствор внедрения углерода в α -железе (также и δ -железе);
- 3) Растворимость углерода (С), 0,02% при 723 °С

Вопрос №8: Аустенит (А) это:

Варианты ответов:

- 1) Твердый раствор внедрения углерода в α -железе (также и δ -железе);
- 2) Растворимость углерода (C), 2,14 при 1130 °C;
- 3) Пересыщенный твердый раствор C в α -железе

Вопрос №9: Мартенсит (М) это:

Варианты ответов:

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

Вопрос №10: Цементит (Ц) это:

Варианты ответов:

- 1) Хрупка, твердая, слабомагнитная фаза (65 HRC);
- 2) Химическое соединение железа с углеродом (карбид железа), Fe_3C ;
- 3) Соединение C 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

Задания к лабораторным работам

Тема:1 Изучение структуры сварного соединения коррозионно-стойких сталей

Цель работы – изучить структуру сварного соединения стали; определить макроструктуру сварного шва, а также зоны термического влияния.

Контрольные вопросы

1. Почему аустенитные хромоникелевые стали называют металлом атомного века?
2. Как влияет скорость охлаждения на структуру аустенитных сталей?
3. Дайте описание характерных зон сварного соединения.
4. Опишите структуры металла шва, основного металла и ЗТВ.

Тема:2 Изучение влияния легирующих элементов на процессы в сталях при сварке.

Цель работы – изучить влияние легирующих элементов на свойства и структуру сварного соединения стали; описать макроструктуру сварного шва, а также зоны термического влияния стали по выбору.

Контрольные вопросы

1. Как распределяются легирующие элементы между ферритом и карбидами?
2. Как влияют легирующие элементы на положение критических точек?
3. Как влияют легирующие элементы на положение C-образной кривой изотермического распада аустенита?
4. Как влияют легирующие элементы на физические свойства сталей?
5. Опишите структуры металла шва, основного металла и ЗТВ.

Тема:3 Исследование образование пор при электродуговой сварке.

Цель работы –изучить причины и механизм образования пор в металле шва получить представление о внешнем виде металла шва и поперечном сечении; исследовать влияние ржавчины и влажности покрытий электродов на процесс образований пор при электродуговой сварке сталей.

Контрольные вопросы

1. Что является источником образования пор при электродуговой сварке?
2. Какие газы могут являться источниками образования пор?
3. Какие меры необходимо предпринимать для предотвращения образования пор?

Темы контрольной работы

Технологический процесс сварки специальных сталей (марки...)

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, номера которых приведены 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	03X16Н15М3	10,26,42
11	20X13	45X14Н14В2М	11,27,43
12	0X13	X17АГ14	12,28,44
13	X17	0X23Н28М2Т	13,29,45
14	X5ВФ	X15Н35В3Т	14,30,46
15	X8ВФ	X22Н38В3Т	15,31,47
16	12К	08X18Н10Т	16,32,48
17	15К	110Г13	17,33,49
18	20К	10X18Н6Г8	18,34,50
19	12ХМФ	10X18Г24	19,35,51
20	15X5МФ	03Н3	11,26,42
21	X	03Н6	12,27,43
22	XВГ	03Н9	13,28,44
23	10X13	X20Н80	14,29,45
24	10К	X30Н70	3,18,34

Вопросы к контрольной работе и экзамену

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. Козлов, Р.А. Сварка теплоустойчивых сталей / Р. А. Козлов. - Л.: Машиностроение, 1986. - 161с
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. чз-1экз аб-1экз

3. 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. чз-1экз аб-35экз

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.

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	www.ic-im.ru/info/svarochnoc_proizvodstvo_	свободный доступ сети Интернет
Сварка и диагностика	www.svarka.naks.ru	свободный доступ сети Интернет
Автоматическая сварка	www.nas.gov.ua/pwj	свободный доступ сети Интернет

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Обучение дисциплине «Сварка специальных сталей и сплавов» 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 теор-

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 и сплавов» 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 контрольной работы;

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения дисциплины осуществляется посредством:

- выполнения и защиты контрольной работы;

Текущий контроль качества освоения отдельных тем дисциплины осуществляется на основе рейтинговой системы. Этот контроль осуществляется в течение сессии и качество усвоения материала (выполнения задания) оценивается в баллах, в соответствии с таблицей 6.

Промежуточная аттестация в конце семестра выставляется экзамен.

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 Exsel, 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 и

сплавов» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 8.

Таблица 8 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
Аудитория лекционного типа 223/3-2а 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