

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Материаловедения, сварочных и аддитивных технологий»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №5 от 21 января 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«СВАРКА СПЕЦИАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ»

Направление: 15.03.01 Машиностроение

Оборудование и технология сварочного производства

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Гречнева Мария
Васильевна
Дата подписания: 25.05.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Балановский Андрей
Евгеньевич
Дата подписания: 18.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Сварка специальных материалов» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-8 Способность выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения	ПКС-8.4

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-8.4	Имеет представление о свойствах и технологических особенностях сварки специальных материалов, работающих при высоких и низких температурах и в других экстремальных условиях	Знать специальные материалы для производства сварных конструкций – высокопрочные, жаропрочные, коррозион-нстойкие, разнородные стали, чугуны, титановые и алюминиевые сплавы; их свойства и поведение при сварке; влияние легирования сталей на их принадлежность к различным структурным классам; виды и назначение термообработки сварных соединений; трудности при сварке различных специальных материалов и способы их преодоления; технологические особенности сварки. Уметь разрабатывать технологический процесс сварки различных специальных материалов; выбирать сварочные материалы и тепловые режимы; прогнозировать свойства сварного соединения в зависимости от структурных и фазовых превращений в металле шва и ЗТВ. Владеть навыками оценки свариваемости материалов с учетом эксплуатационных требований; навыками выбора оптимальной технологии сварки с учетом конструктивных, металлургических и технологических факторов.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Сварка специальных материалов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Материаловедение», «Источники энергии для сварочных процессов», «Теория сварочных процессов», «Технология сварки плавлением и давлением»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика», «Производство сварных конструкций», «Производство сварных конструкций северного исполнения», «Аддитивные технологии в сварочном производстве», «Упрочняющие и восстановительные технологии», «Специальные методы сварки и пайки», «Сварка полимерных и композиционных материалов», «Материалы для инновационных технологий», «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Учебный год № 3	Учебный год № 4
Общая трудоемкость дисциплины	144	36	108
Аудиторные занятия, в том числе:	16	2	14
лекции	6	2	4
лабораторные работы	4	0	4
практические/семинарские занятия	6	0	6
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	119	34	85
Трудоемкость промежуточной аттестации	9	0	9
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Экзамен		Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение. Использование специальных	1	1					1	10	Тест

	сталей и сплавов в сварных конструкциях									
2	Сварка низко- и среднелегированных закаливающихся сталей	2	1					1	14	Тест
3	Сварка чугуна	3						1	10	Тест
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

Учебный год № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Сварка перлитных упрочнённых сталей	1				1	2	3, 4	12	Отчет
2	Сварка высокохромистых сталей	2	1					2, 4	25	Контрольная работа
3	Сварка аустенитных сталей	3	1	1	2			1, 4	12	Отчет по лабораторной работе
4	Сварка разнородных и двухслойных сталей	4	1			2	4	3, 4	12	Отчет
5	Сварка алюминия и алюминиевых сплавов	5		2	1			1, 4	12	Отчет по лабораторной работе
6	Сварка титановых сплавов	6	1	3	1			1, 4	12	Отчет по лабораторной работе
	Промежуточная аттестация								9	Экзамен
	Всего		4		4		6		94	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Использование специальных сталей и сплавов в сварных конструкциях	Общие и особые требования, предъявляемые к сварным конструкциям. Работоспособность сварных конструкций. Назначение специальных сталей и сплавов. Свариваемость специальных сталей и сплавов.
2	Сварка низко- и среднелегированных закаливающихся сталей	Свариваемость и особенности сварки низко- и среднелегированных закаливающихся сталей. Кинетика распада аустенита в околошовной зоне. Расчет скорости охлаждения при сварке.

		Применение предварительного и сопутствующего подогрева для предотвращения чрезмерной закалки и ограничения перегрева металла в околошовной зоне. Выбор температуры подогрева. Сварочные материалы, и хранение и подготовка. Выбор режимов сварки. Термообработка после сварки. Особенности сварки среднелегированных сталей с замедленной кинетикой превращений.
3	Сварка чугуна	Серый и белый чугун. Ковкий и высокопрочный чугун. Основные свойства чугуна. Основные трудности при сварке чугуна. Опасность местного разогрева при сварке. Отбеливание чугуна. Electroды для холодной сварки. Типичная технология холодной сварки электродами из цветных металлов и сплавов. Особенности сварки высокопрочных и ковких чугунов. Подготовка чугунных деталей к сварке. Локализация трещин. Пайка чугуна бронзой и латуной.

Учебный год № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Сварка перлитных упрочнённых сталей	Структура и свойства механически упрочненных сталей. Температурные границы зоны разупрочнения и определение ширины этой зоны. Рекомендации по использованию механически упрочненных сталей в сварных конструкциях. Структура и свойства термически упрочненных сталей. Определение длительности пребывания металла в условиях разупрочнения при однопроходной и однослойной сварке. Эффективность применения термически упрочненных сталей. Определение ширины зоны разупрочнения. Проверка условия реализации контактного упрочнения. Учет процессов разупрочнения при выборе режимов сварки и последующей термообработки.
2	Сварка высокохромистых сталей	Состав и свойства основных групп и марок высокохромистых сталей и их применение в сварных конструкциях. Особенности структурных превращений при сварке мартенситных сталей. Выбор сварочных материалов и тепловых режимов сварки мартенситных сталей. Особенности сварки ферритно-мартенситных и ферритных сталей аустенитными электродами.
3	Сварка аустенитных сталей	Состав и свойства хромоникелевых сталей. Процессы, происходящие в зонах соединений при сварке. Особенности кристаллизации металла шва и склонность к образованию горячих трещин. Механизм образования горячих трещин и меры борьбы с ними. Склонность металла в зонах сварных соединений к межкристаллитной

		<p>коррозии (МКК). Влияние содержания углерода и карбидообразующих элементов на склонность стали к МКК. Выбор тепловых режимов сварки коррозионноустойчивых сталей. Охрупчивание металла шва сварного соединения в процессе эксплуатации. Особенности сварки жаропрочных и жаростойких сталей. Применение высокомарганцевой аустенитной стали Г13. Основные особенности сварки. Применяемые сварочные материалы. Тепловые режимы сварки. Пути повышения износостойкости деталей из стали 110Г13Л, работающих в условиях абразивного износа.</p>
4	Сварка разнородных и двухслойных сталей	<p>Применение комбинированных сварных конструкций из разнородных сталей. Особенности сварки разнородных сталей одного и различных структурных классов. Образование в шве прослоек металла переменного состава. Выбор сварочных материалов с использованием диаграммы Шеффлера. Особенности сварки перлитных сталей с аустенитными. Предварительная наплавка кромок перлитной стали. Сварка двухслойных сталей. Подготовка кромок под сварку двухслойных сталей. Способы сварки, обеспечивающие минимальное проплавление металла. Сварка перлитной стали аустенитными электродами.</p>
5	Сварка алюминия и алюминиевых сплавов	<p>Состав и свойства алюминиевых сплавов. Деформируемые и литейные сплавы. Термически упрочняемые и неупрочняемые сплавы. Металлургические особенности сварки алюминия и его сплавов. Меры по разрушению и удалению окисной пленки в процессе сварки. Флюсы, применяемые при электродуговой и газовой сварке. Подготовка деталей к сварке. Типы сварных соединений. Аргонодуговая сварка. Сварка по слою флюса. Газовая сварка и ручная дуговая сварка покрытыми и угольными электродами. Меры борьбы с деформациями. Точечная и шовная сварка.</p>
6	Сварка титановых сплавов	<p>Сплавы титана, их состав и свойства. Свариваемость титановых сплавов. Влияние газов на свойства титановых сплавов. Меры защиты от взаимодействия с воздухом зоны сварки. Фазовые и структурные превращения при сварке. Особенности сварки α-сплавов, α β-сплавов и β-сплавов. Склонность сплавов к перегреву. Подготовка деталей к сварке. Применение термообработки, Аргонодуговая сварка неплавящимися и плавящимися электродами. Контактная сварка. Дуговая сварка в вакууме.</p>

4.3 Перечень лабораторных работ

Учебный год № 4

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Свариваемость нержавеющей сталей аустенитного класса	2
2	Структура сварных соединений алюминия и его сплавов	1
3	Структура сварных соединений титановых сплавов	1

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 4

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчёт допустимой ширины зоны разупрочнения термически упрочнённой перлитной стали	2
2	Выбор электродной проволоки для сварки соединений из разнородных сталей	4

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Проработка разделов теоретического материала	34

Учебный год № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	15
2	Подготовка к контрольным работам	18
3	Подготовка к практическим занятиям	10
4	Проработка разделов теоретического материала	42

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Интерактивная лекция

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

1. Сварка специальных материалов [Электронный ресурс].
<https://el.istu.edu/course/view.php?id=3353>.

2. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Сварка специальных материалов" [Электронный ресурс] : направление подготовки 15.03.01 "Машиностроение": программа бакалавриата: "Оборудование и технология сварочного производства": форма обучения очная / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, Ин-т авиамашиностроения и трансп., Каф. машиностроит. технологий и материалов, 2016. - 8 с. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-13964.pdf>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

1. Сварка специальных материалов [Электронный ресурс].
<https://el.istu.edu/course/view.php?id=3353>.

2. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Сварка специальных материалов" [Электронный ресурс] : направление подготовки 15.03.01 "Машиностроение": программа бакалавриата: "Оборудование и технология сварочного производства": форма обучения очная / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, Ин-т авиамашиностроения и трансп., Каф. машиностроит. технологий и материалов, 2016. - 18 с. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-13963.pdf>

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

1. Сварка специальных материалов [Электронный ресурс].
<https://el.istu.edu/course/view.php?id=3353>.

2. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине "Сварка специальных материалов" [Электронный ресурс] : направление подготовки 15.03.01 "Машиностроение": программа бакалавриата: "Оборудование и технология сварочного производства": квалификация бакалавр: форма обучения заочная / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, Ин-т авиамашиностроения и трансп., Каф. машиностроит. технологий и материалов, 2016. - 7 с. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-14554.pdf>

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 3 | Тест

Описание процедуры.

Для оценки знаний студентов используются тесты. Тестирование производится в системе электронного обучения <https://el.istu.edu/>.

Критерии оценивания.

Хотя бы в одной из трёх попыток даны правильные ответы на 10 или более из 15 предложенных в тесте вопросов (66,67%).

6.1.2 учебный год 4 | Отчет

Описание процедуры.

Каждый студент должен выполнить предусмотренные программой практические занятия. При подготовке к практическому занятию студент должен изучить материал по теме

работы, ознакомиться с методическими указаниями и сформулировать ответы на контрольные вопросы. Отчёт оформляется в соответствии с требованиями, приведёнными в методических указаниях, и загружается в систему электронного обучения <https://el.istu.edu>. Работа считается зачтённой при получении положительной оценки преподавателя.

Практическое занятие 1. Расчёт допустимой ширины зоны разупрочнения термически упрочнённой перлитной стали.

Вопросы для контроля:

1. Какие процессы могут вызвать снижение прочности и пластичности металла в сварном соединении при эксплуатации изделий из перлитных термически упрочнённых сталей?
2. Каковы основные требования к химическому составу присадочных материалов для сварки перлитных термически упрочнённых сталей?
3. От чего зависит допустимая ширина разупрочнённой зоны?
4. В каком случае происходит контактное упрочнение в зоне разупрочнения?

Практическое занятие 2. Выбор электродной проволоки для сварки соединений из разнородных сталей.

Вопросы для контроля:

1. Чем определяются свойства сварного шва при сварке разнородных металлов?
2. Способы создания швов, не склонных к образованию кристаллизационных трещин при сварке легированных сталей.
3. Особенности сварки двухслойных (плакированных) сталей.

Критерии оценивания.

Отчёт считается зачтённым, если студент объяснил в нём цели работы, раскрыл тему и ответил на контрольные вопросы. Практическое занятие считается незачтённым, если оно не выполнено, неправильно решены задачи или не даны ответы на контрольные вопросы.

6.1.3 учебный год 4 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Каждый студент должен выполнить предусмотренные программой лабораторные работы. При подготовке к лабораторной работе следует изучить по лекциям и учебникам теоретический материал по теме работы, ознакомиться с методическими указаниями и сформулировать ответы на контрольные вопросы. По выполненной работе составить отчет, который должен содержать титульный лист с указанием названия работы, фамилии, имени и отчества студента и группы; цель работы; схемы, рисунки, графики и иные материалы; ответы на содержащиеся в задании контрольные вопросы. Отчёт оформляется в соответствии с требованиями, приведёнными в методических указаниях к лабораторной работе, и загружается в систему электронного обучения <https://el.istu.edu>. Работа считается зачтённой при получении положительной оценки преподавателя.

Лабораторная работа 1. Свариваемость нержавеющей сталей аустенитного класса.

Вопросы для контроля:

1. Основные трудности при сварке сталей аустенитного класса.
2. Меры, повышающие стойкость металла шва против образования горячих трещин.
3. Стойкость сварных соединений к межкристаллитной коррозии.
4. Охрупчивание в процессе эксплуатации (σ -фаза в аустенитном металле).
5. Характерные участки ЗТВ сварных соединений аустенитных сталей.

Лабораторная работа 2. Структура сварных соединений алюминия и его сплавов

Вопросы для контроля:

1. Назовите основные проблемы свариваемости алюминиевых сплавов.
2. Описать структуру сварного соединения алюминиевого сплава.
3. Чем отличается структура типичного качественного сварного соединения алюминиевого сплава от пережжённого?
4. В чём преимущество использования концентрированных источников тепла при сварке алюминия?
5. Укажите основные причины пористости сварных швов из алюминиевых сплавов.
6. В чём преимущества и недостатки образующегося оксида на поверхности алюминия?

Лабораторная работа 3. Структура сварных соединений титановых сплавов.

Вопросы для контроля:

1. Какие факторы определяют свариваемость титана и его сплавов?
2. Охарактеризуйте зоны титанового сварного соединения.
3. Опишите превращения, происходящие в a+b-сплавах при сварке.
4. В чём заключается отрицательная роль кислорода и азота для титановых сплавов?
5. Для чего сварочную проволоку перед сваркой подвергают вакуумному отжигу?

Критерии оценивания.

Отчёт считается зачтённым, если студент объяснил в нём цели работы, раскрыл тему и ответил на контрольные вопросы.

6.1.4 учебный год 4 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Для лучшего усвоения теоретического материала и приобретения навыков его практического применения предусмотрено выполнение контрольной работы. Контрольная работа состоит в разработке технологии сварки конкретного сварного соединения. Толщина основного металла, разделка кромок и другие параметры сварного соединения выдаются преподавателем. Контрольная работа оформляется в Microsoft Word и загружается в систему электронного обучения <https://el.istu.edu>. Контрольная работа должна получить положительную оценку преподавателя, что является необходимым условием для допуска к экзамену.

Студентам предлагается одна из следующих тем контрольной работы:

1. Сварка теплоустойчивых низколегированных сталей. Рассчитать ширину зоны разупрочнения и проверить условие реализации контактного упрочнения. Разработать технологию сварки с расчетом тепловых режимов.
2. Сварка жаропрочных аустенитных сталей и сплавов на никелевой основе. Рассчитать тепловые режимы сварки с обеспечением повышенных скоростей охлаждения. Разработать технологию сварки соединения из указанных сталей.
3. Сварка коррозионноустойчивых сталей мартенситного, ферритного и аустенитного классов. Рассчитать ширину зоны межкристаллитной коррозии, рассчитать тепловые режимы сварки и разработать технологию сварки соединения из указанных сталей.
4. Технология сварки разнородных сталей, указанных в задании. Выбрать электродную проволоку на основании расчета её химического состава с помощью диаграммы Шеффлера. Разработать технологию сварки соединения из указанных сталей.

Пример контрольной работы (вариант 4).

Изучить следующие вопросы и выполнить задание:

1. Возможные сочетания сварных соединений из разнородных сталей.
2. Особенности формирования сварных швов.
3. Определение среднего химического состава шва с учетом доли основного и присадочного металла.
4. Характеристика сварных швов соединений из аустенитной и перлитной стали; аустенитной и мартенситной стали.
5. Технологические особенности сварки соединений из плакированных сталей.
6. Меры по уменьшению доли основного металла в шве.
7. Технология сварки соединений разнородных сталей.
8. Разработать технологию сварки. Выбрать электродную проволоку на основании расчета её химического состава с помощью диаграммы Шеффлера.

Критерии оценивания.

В контрольной работе студент должен показать знание теоретического материала и умение разрабатывать технологию сварки соединений из специальных сталей и сплавов. Работа считается зачтённой, если студент дал правильные и полные ответы на вопросы контрольной работы.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-8.4	Знает специальные материалы, их свойства и поведение при сварке; технологические особенности их сварки. Владеет навыками рационального выбора основных и вспомогательных материалов. Умеет прогнозировать свойства сварного соединения.	Фонд оценочных средств по дисциплине «Сварка специальных материалов». Вид промежуточной аттестации – экзамен.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 4, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

1. Формой итогового контроля по дисциплине является экзамен в контактном виде, предполагающем устные ответы на вопросы билета, или тестирования. Для подготовки к экзамену студентам выдаётся список вопросов по всему курсу.
2. Для допуска к экзамену студенты должны:
 - а) выполнить все практические занятия и представить отчёты по ним;

б) выполнить и представить контрольную работу.

3. Для оценки знаний на экзамене студенту предлагается билет, содержащий два вопроса. В зависимости от ответа студента экзаменатор может задать дополнительные вопросы как связанные с темами вопросов, содержащихся в билете, так и не связанные с ними. Возможно проведение экзамена и в форме тестирования (контактном или удалённом).

Вопросы для подготовки к экзамену:

1. Использование эквивалентного содержания углерода для оценки свариваемости сталей.
2. Свариваемость и её основные критерии.
3. Механизм образования горячих трещин при сварке.
4. Меры борьбы с горячими трещинами при сварке аустенитных сталей.
5. Механизм образования холодных трещин при сварке.
6. Предотвращение возникновения холодных трещин.
7. Применение диаграммы изотермического распада аустенита для условий сварки.
8. Назначение и виды подогрева при сварке.
9. Расчётное определение температуры подогрева при сварке.
10. Расчётные методы оценки склонности к холодным трещинам.
11. Расчётные методы оценки склонности к горячим трещинам.
12. Рост зерна в околошовной зоне при сварке сталей. Его влияние на свойства металла.
13. Структурные изменения в ЗТВ низкоуглеродистой стали при медленном нагреве и охлаждении.
14. Особенности закалки металла в зоне термического влияния.
15. Термообработка после сварки.
16. Сварка перлитных закаливающих сталей.
17. Причины наклёпа металла в зоне сварных соединений, его влияние на свойства металла. Снятие наклёпа.
18. Сварка перлитных механически упрочнённых сталей.
19. Сварка термически упрочнённых перлитных сталей.
20. Сварка перлитных сталей с замедленной кинетикой превращений.
21. Сварка мартенситных сталей.
22. Сварка мартенситно-ферритных сталей.
23. Сварка ферритных высокохромистых сталей.
24. Сварка аустенитных хромоникелевых сталей.
25. Основные факторы, ухудшающие свариваемость аустенитных сталей.
26. Коррозионная стойкость сварных соединений из аустенитных хромоникелевых сталей.
27. Меры повышения стойкости металла в зоне сварных соединений против межкристаллитной коррозии.
28. Охрупчивание сварного соединения из аустенитных сталей в процессе эксплуатации.
29. Способы создания швов, не склонных к образованию кристаллизационных трещин при сварке легированных сталей.
30. Виды охрупчивания металла шва и зоны термического влияния при сварке высоколегированных сталей.
31. Сварка и наплавка высокомарганцевой аустенитной стали Гадфильда.
32. Особенности сварки сталей карбидного класса.
33. Особенности сварки разнородных сталей.
34. Сварка двухслойных (плакированных) сталей.
35. Горячая сварка серого чугуна.
36. Холодная сварка чугуна.
37. Сварка алюминиевых сплавов.
38. Сварка деформируемых алюминиевых сплавов.
39. Сварка термически неупрочняемых алюминиевых сплавов.

40. Сварка термически упрочняемых алюминиевых сплавов.
41. Особенности сварки титановых a+b-сплавов.
42. Особенности сварки титановых a-сплавов.
43. Особенности сварки титановых b-сплавов.

Пример задания:

1. Сварка перлитных закаливающихся сталей
2. Основные факторы, ухудшающие свариваемость аустенитных сталей.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
<p>Усвоил материал курса глубоко и прочно, излагает его логически стройно, с полным пониманием существа вопроса. Правильно отвечает при видоизменении вопроса (задания), свободно выполняет задания, предлагаемые экзаменатором, правильно обосновывает принятые решения. Знает рекомендованную литературу.</p>	<p>Знает материал курса и умеет практически использовать его. В основном, удовлетворяет требованиям на оценку «отлично», однако допускает при ответе несущественные неточности, погрешности в изложении, небрежности в оформлении записей и рисунков.</p>	<p>Знает основные положения курса, но не проявляет должную глубину в понимании существа вопросов. Допускает существенные неточности, поверхностные формулировки. Излагает материал нелогично, испытывает затруднения в практическом применении знаний.</p>	<p>Не знает основных положений курса либо не знает или не понимает значительной части материала, допускает существенные ошибки при ответах, не выполняет предложенные задания.</p>

7 Основная учебная литература

1. Смирнов И. В. Сварка специальных сталей и сплавов : учебное пособие / И. В. Смирнов, 2023. - 268.
2. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Сварка специальных материалов" : направление подготовки 15.03.01 "Машиностроение": программа бакалавриата: "Оборудование и технология сварочного производства": форма обучения очная / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, Ин-т авиационного машиностроения и трансп., Каф. машиностроит. технологий и материалов, 2016. - 18.
3. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Сварка специальных материалов" : направление подготовки 15.03.01 "Машиностроение": программа бакалавриата: "Оборудование и технология сварочного производства": форма обучения очная / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, Ин-т авиационного машиностроения и трансп., Каф. машиностроит. технологий и материалов, 2016. - 8.

4. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине "Сварка специальных материалов" : направление подготовки 15.03.01 "Машиностроение": программа бакалавриата: "Оборудование и технология сварочного производства": квалификация бакалавр: форма обучения заочная / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, Ин-т авиамашиностроения и трансп., Каф. машиностроит. технологий и материалов, 2016. - 7.
5. Оборудование и основы технологии сварки металлов плавлением и давлением : учебное пособие для вузов / Г. Г. Чернышов [и др.], 2021. - 464.
6. Ефименко Л. А. Металловедение и термическая обработка сварных соединений : учеб. пособие для вузов по специальности "Мор. нефтегазовые сооружения" .. / Л. А. Ефименко, А. К. Прыгаев, О. Ю. Елагина, 2007. - 455.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Сварка. Резка. Контроль : справочник : в 2 т. / Н. П. Алешин [и др.] ; под ред. Н. П. Алешина, Г. Г. Чернышева. Т. 1, 2004. - 619.
2. Сварка. Резка. Контроль : справочник : в 2 т. / Под общ. ред. Н. П. Алешина, Г. Г. Чернышова. Т. 2, 2004. - 480.
3. Сварка и свариваемые материалы : справочник: В 3т. Т. 1. Свариваемость материалов/В. Н. Волченко и др.; Под ред. Э. Л. Макарова / Под общ. ред. В. Н. Волченко, 1991. - 526.
4. Сварка и свариваемые материалы : справочник в 3 т. / Под общ.ред.В.Н.Волченко. Т. 2 : Технология и оборудование / Под ред.В.М.Ямпольского, 1996. - 573.
5. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки : учебник для вузов по направлению "Оборудование и технология сварочного производства" / А. И. Акулов, В. П. Алехин, С. И. Ермаков [и др.] ; под ред. А. И. Акулова, 2003. - 560.
6. Моисеенко В. П. Материалы и их поведение при сварке : учебное пособие по направлению 651400 "Машиностроительной технологии и оборудование" по специальности 150202 "Оборудование и технология сварочного производства" / В. П. Моисеенко, 2009. - 300.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows Professional 8 Russian
2. Microsoft Office Professional Plus 2013

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Стол лабораторный
2. 314746 Полуавтомат
3. 314585 Сварочный выпрямитель ВДГ-303
4. Полуавтомат Кетромат 1701 сварочный
5. 30525 Стол сварщика УХП-4
6. 6015 Тензомер ДТ-4-М
7. Печь муфельная ЭКПС 10
8. Установка для приготовления металлографических шлифов ШЛИФ-2М/V
9. Весы аналитические HR-150AZ
10. Твердомер стационарный универсальный HBRV-187.5
11. Микроскоп металлографический ММР-2