

**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: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Гречнева Мария
Васильевна
Дата подписания: 19.05.2025

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-8.5

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-8.5	Имеет представление о свойствах и технологических особенностях сварки специальных материалов, работающих при высоких и низких температурах и в других экстремальных условиях	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Владеть навыками оценки свариваемости материалов с учетом эксплуатационных требований; навыками выбора оптимальной технологии сварки с учетом конструктивных, металлургических и технологических факторов.</p>

2 Место дисциплины в структуре ООП

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

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Упрочняющие и восстановительные технологии», «Материалы для инновационных технологий», «Специальные методы сварки и пайки», «Производство сварных конструкций», «Производство сварных конструкций северного исполнения», «Аддитивные технологии в сварочном производстве», «Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика», «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	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	16	16
лабораторные работы	16	16
практические/семинарские занятия	16	16
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 6

№ 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 сталей и сплавов в сварных конструкциях	1	1							Устный опрос
2	Сварка низко- и среднелегированных закаливающихся сталей	2	2			1	4	2, 3	10	Отчет
3	Сварка перлитных	3	2			2	4	2, 3	11	Отчет

	упрочнённых сталей									
4	Сварка высокохромистых сталей	4	3	1	4			1	6	Отчет по лабораторной работе
5	Сварка аустенитных сталей	5	3	1	4			1	6	Отчет по лабораторной работе
6	Сварка разнородных и двухслойных сталей	6	2			4	6	2, 3	11	Отчет
7	Сварка чугуна	7	1			3	2	2	4	Отчет
8	Сварка алюминия и алюминиевых сплавов	8	1	2	4			1	6	Отчет по лабораторной работе
9	Сварка титановых сплавов	9	1	2	4			1	6	Отчет по лабораторной работе
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		16		16		16		96	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 6

№	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 перлитных упрочнённых сталей	Структура и свойства механически упрочнённых сталей. Температурные границы зоны разупрочнения и определение ширины этой зоны. Рекомендации по использованию механически упрочнённых сталей в сварных конструкциях. Структура и свойства термически упрочнённых 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.
4	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.
5	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 коррозии (МКК). Влияние содержания углерода и карбидообразующих элементов на склонность стали к МКК. Выбор тепловых режимов сварки коррозионностойких 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.
6	Сварка разнородных и двухслойных сталей	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.
7	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.

		Электроды 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 латунью.
8	Сварка алюминия и алюминиевых сплавов	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.
9	Сварка титановых сплавов	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.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 6

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Исследование свариваемости хромистых сталей мартенситного и ферритного классов	4
1	Исследование свариваемости нержавеющей сталей аустенитного класса	4
2	Структура швов и зон термического влияния в сварных соединениях алюминия и его сплавов	4
2	Структура сварных соединений титановых сплавов	4

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
---	---	----------------------------

1	Расчёт времени охлаждения металла в зоне термического влияния сварного соединения в интервале температур 800–500°C	4
2	Расчёт допустимой ширины зоны разупрочнения термически упрочнённой перлитной стали	4
3	Расчёт температуры предварительного подогрева	2
4	Выбор электродной проволоки для сварки соединений из разнородных сталей	6

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	24
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	16
3	Решение специальных задач	20

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

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

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:

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:

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": форма обучения очная / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, Ин-т

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 семестр 6 | Отчет

Описание процедуры.

Каждый студент должен выполнить предусмотренные программой практические занятия, состоящие в решении задач по темам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. 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, указанными в методических указаниях. Защита отчётов по практическим занятиям проходит в форме собеседования.

Практическое занятие 1. Расчёт времени охлаждения металла в зоне термического влияния сварного соединения в интервале температур 800–500°C.

Вопросы для контроля:

1. Что такое сварочный термический цикл?
2. Какие параметры термического цикла важны при сварке сталей и почему?
3. Что происходит при чрезмерном или недостаточном значении времени охлаждения $t_{8/5}$?
4. Как изменяются свойства металла околошовной зоны при перегреве?
5. Как зависит время охлаждения $t_{8/5}$ от скоростей нагрева и охлаждения?

Практическое занятие 2. 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 3. Расчёт температуры предварительного подогрева.

Вопросы для контроля:

1. Что такое эквивалентное содержание углерода? Как оно определяется?
2. Как влияет величина погонной энергии на скорость охлаждения?
3. Какова роль водорода в образовании холодных трещин при сварке?
4. Основное отличие структуры чугуна от структуры стали.
5. Классификация и свариваемость чугунов.
6. Особенности "горячей" сварки чугуна.
7. Какие сварочные материалы используются при "холодной" сварке чугуна?

Практическое занятие 4. 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.

При защите студент должен уметь объяснить ход решения задачи, ответить на контрольные вопросы, пояснить все приведенные расчеты и выводы. При выполнении этих требований практическое занятие считается зачтённым.

Практическое занятие считается незачтённым, если оно не выполнено, неправильно решены задачи, не пройдена процедура защиты или не даны ответы на контрольные вопросы.

6.1.2 семестр 6 | 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; расчёты, зарисовки, графики и иные материалы, полученные в результате работы; выводы; ответы на содержащиеся в задании контрольные вопросы. Отчёт оформляется в соответствии с требованиями, приведёнными в методических указаниях к лабораторной работе. Защита отчёта по лабораторной работе осуществляется на занятии, следующем после ее выполнения. Защита проходит в форме собеседования.

Лабораторная работа 1. Исследование свариваемости хромистых сталей мартенситного и ферритного классов.

Вопросы для контроля:

1. Какие стали относятся к мартенситному классу?
2. Какие структурные участки образуются в ЗТВ сварных соединений сталей мартенситного класса?
3. Что такое 475-градусная хрупкость?
4. Дать характеристику структуры ЗТВ сварных соединений высокохромистых ферритных сталей.
5. Какие два варианта технологии хромистых сталей вам известны?
6. Какой вид термообработки является оптимальным для улучшения стойкости против коррозии сварных соединений из хромистых сталей?

Лабораторная работа 2. Исследование свариваемости 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 3. Структура швов и зон термического влияния в сварных

соединениях 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 4. 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.

При защите студент должен уметь объяснить цели, задачи, ход проведения работы, ответить на контрольные вопросы. При выполнении этих требований лабораторная работа считается зачтённой. Работа считается незачтённой, если она не выполнена или не пройдена процедура защиты, не даны ответы на контрольные вопросы.

6.1.3 семестр 6 | Устный опрос

Описание процедуры.

Проработка теоретического курса производится для отдельных разделов, по которым не предусмотрены лабораторные работы. Проработка отдельных разделов теоретического курса производится с использованием литературных источников и интернет-ресурсов. Контроль результатов проработки данного раздела теоретического курса производится устным опросом. Устный опрос выполняется выборочно для всей учебной группы.

Тема: Введение. Использование специальных сталей и сплавов в сварных конструкциях

Вопросы для контроля:

1. Дайте определение понятия "специальные стали и сплавы"
2. Чем вызвана необходимость применения специальных сталей и сплавов?
3. Укажите основные критерии применения в конструкции специальной стали или сплава.

Критерии оценивания.

Студент должен владеть материалом, давать правильные развёрнутые ответы на вопросы, знать рекомендованную литературу.

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-8.5	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 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

1. Формой итогового контроля по дисциплине является экзамен. Для подготовки к экзамену студентам выдаётся список вопросов по всему курсу.
2. Для допуска к экзамену студенты должны:
 - а) выполнить и защитить лабораторные работы и отчёты по практическим занятиям;
 - б) выполнить и защитить все индивидуальные задания.
3. Для оценки знаний на экзамене студенту предлагается билет, содержащий два вопроса и задачу. В зависимости от ответа студента экзаменатор может задать дополнительные вопросы как связанные с темами вопросов, содержащихся в билете, так и не связанные с ними.

Пример задания:

Пример экзаменационного билета:

1. Сварка перлитных закаливаемых сталей
2. Основные факторы, ухудшающие свариваемость аустенитных сталей
3. Задача

Пример задачи:

Определить ширину зоны разупрочнения при однопроходной сварке листов встык из перлитной теплоустойчивой стали. Режимы сварки РДС: $I=120\text{A}$, $U=25\text{В}$, $v=7,2\text{м/ч}$, коэф. теплопров. $0,38\text{Вт/см}^3\text{С}$, $c_r = 5,0\text{Дж/см}^3\text{С}$, $T_{\text{отп.}}(\text{ул}) = 650^\circ\text{С}$, $T_{\text{А1}} = 850^\circ\text{С}$, толщина 4 мм.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Усвоил материал курса глубоко и прочно, излагает его логически стройно, с полным	Знает материал курса и умеет практически использовать его. В основном,	Знает основные положения курса, но не проявляет должную глубину в понимании существа	Не знает основных положений курса либо не знает или не понимает значительной части

<p>пониманием существа вопроса. Правильно отвечает при видоизменении вопроса (задания), свободно выполняет задания, предлагаемые экзаменатором, правильно обосновывает принятые решения. Знает рекомендованную литературы.</p>	<p>удовлетворяет требованиям на оценку «отлично», однако допускает при ответе несущественные неточности, погрешности в изложении, небрежности в оформлении записей и рисунков.</p>	<p>вопросов. Допускает существенные неточности, поверхностные формулировки. Излагает материал нелогично, испытывает затруднения в практическом применении знаний.</p>	<p>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. Оборудование и основы технологии сварки металлов плавлением и давлением : учебное пособие для вузов / Г. Г. Чернышов [и др.], 2021. - 464.
3. 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.
4. 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 авиамашиностроения и трансп., Каф. машиностроит. технологий и материалов, 2016. - 18.
5. 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 авиамашиностроения и трансп., Каф. машиностроит. технологий и материалов, 2016. - 8.
6. Методические указания к самостоятельной работе 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 авиамашиностроения и трансп., Каф. машиностроит. технологий и материалов, 2016. - 6.

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. 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.
5. 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