Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 16.07.2025 11:43:26
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/

« 27 » февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Сварка спецсталей и сплавов»

Направление подготовки
15.04.01 «Машиностроение»

Образовательная программа (профиль подготовки)
«Роботизированное сварочное производство»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

к.т.н., доцент кафедры «Оборудование
и технологии сварочного производства» /Л.П. Андреева/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Оборудование
и технологии сварочного производства»,
к.т.н., доцент /Е.В. Сафонов/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 5
3. Структура и содержание дисциплины ... 5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 6
   - 3.3. Содержание дисциплины ... 6
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 7
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 7
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 8
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы ... 8
   - 4.2. Основная литература ... 8
   - 4.3. Дополнительная литература ... 9
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы ... 9
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 9
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 9
5. Материально-техническое обеспечение ... 11
6. Методические рекомендации ... 9
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 11
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 12
7. Фонд оценочных средств ... 13
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 15
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 16
   - 7.3. Оценочные средства ... 16

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Сварка спецсталей и сплавов» является:

- изучение теоретических основ механизма и характера влияния легирующих элементов на критические точки, структуру и свойства сталей и сплавов.

- представление о термодинамике, механизме и кинетике процессов, протекающих при термической, термомеханической и химико-термической обработке сталей и сплавов.

Задачи дисциплины: основной задачей изучаемого материала является создание теоретической базы для освоения последующих дисциплин, в которых рассматриваются технологии сварки спецсталей и сплавов, их химический состав и физико-механические свойства.

Изучение курса «Сварка спецсталей и сплавов» способствует расширению научного кругозора в области технических наук, дает тот минимум фундаментальных знаний, на базе которых будущий специалист сможет самостоятельно овладевать всем новым, с чем ему придется столкнуться в профессиональной деятельности.

Обучение по дисциплине «Сварка спецсталей и сплавов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1. Способность к организации, подготовке и контролю сварочного производства	ИПК 1.1. Знает технические требования, предъявляемые к применяемым при сварке материалам, нормы их расхода, а так же технические характеристики, конструктивные особенности и режимы сварочного оборудования, правила его эксплуатации. ИПК 1.2. Умеет производить анализ и экспертизу технической (конструкторской и технологической) документации на соответствие нормативным документам и техническим условиям, а так же выполнять техническую подготовку сварочного производства, его обеспечение и нормирование" настоящего профессионального стандарта. ИПК 1.3. Владеет навыками организации разработки и внедрения в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, обеспечивающих сокращение затрат труда, соблюдение требований охраны труда и окружающей среды, экономию материальных и энергетических ресурсов, навыками проведения анализа технологичности сварных конструкций (изделий, продукции).
ПК-2. Способность к руководству деятельности сварочного производства и обеспечением ее контроля	ИПК 2.1. Знает методы исследования и проводить эксперименты по совершенствованию методов и технологии по выполнению сварочных работ.

	ИПК 2.2. Умеет проводить научно-исследовательские и экспериментальные работы по сварочному производству. ИПК 2.3. Владеет методами проведения исследований и разработок в области совершенствования технологии и организации сварочных работ, а, так же, навыками контроля за обеспечением производства необходимой нормативной, технической и производственно-технологической документацией.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Сварка спецсталей и сплавов» является частью профессионального цикла дисциплин подготовки студентов по направлению «Машиностроение». Дисциплина реализуется на факультете машиностроения, кафедрой «ОиТСП».

Дисциплина направлена на формирование профессиональных компетенций выпускника, сформулированных в ФГОС.

В обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- компьютерные технологии и моделирование в машиностроении;
- методы, алгоритмы и средства исследования для решения изобретательских задач;
- технология и оборудование сварки плавлением

В части, формируемой участниками образовательных отношений части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- конструирование и расчет сварочных приспособлений
- моделирование робототехнических систем в сварочном производстве
- прогрессивные методы реновации и упрочнения деталей сваркой, наплавкой и родственными процессами
- технологические особенности контактной сварки

В элективных дисциплинах Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- алгоритмы управления сварочными процессами
- автоматизация сварочных процессов
- сварка композиционных материалов
- алгоритмы управления сварочными процессами
- автоматизация сварочных процессов

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(е) единиц(ы) (144 часов), Изучается на 3 семестре обучения. Форма промежуточной аттестации –экзамен.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			3 семестр	
1	**Аудиторные занятия**	**36**	36	
	В том числе:			
1.1	Лекции	18	18	

1.2	Семинарские/практические занятия	18	18	
1.3	Лабораторные занятия			
2	**Самостоятельная работа**	108	108	
	В том числе:			
2.1	Подготовка и защита лабораторных работ			
2.2	Самостоятельное изучение			
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен		экзамен	
	Итого	**144**	144	

3.2 Тематический план изучения дисциплины

Тематический план размещён в приложении 1 к рабочей программе.

3.3 Содержание дисциплины

1. Классификация сталей и сплавов. Особенности работы сварных конструкций из специальных сталей и сплавов.

2. Влияние легирующих элементов на процессы, протекающие в сталях при сварке.

2.1. Влияние легирующих элементов на процессы, протекающие при нагреве

2.2. Влияние легирующих элементов на превращения аустенита при охлаждении

2.3. Влияние легирующих элементов на структурные превращения при сварке

2.4. Влияние легирующих элементов на физические свойства сталей

2.5. Влияние легирующих элементов на плавление и кристаллизацию металлов и сплавов

2.5.1. Особенности кристаллизации сварочной ванны

2.6. Химическая неоднородность сварного соединения

2.7. Влияние режима сварки на степень химической неоднородности сварного шва

3. Свариваемость легированных сталей

3.1. Горячие трещины в сварных соединениях

3.1.1. Методы повышения сопротивляемости сварных соединений образованию горячих трещин

3.2. Холодные трещины в сварных соединениях

3.2.1. Способы повышения сопротивляемости сварных соединений легированных сталей холодным трещинам

3.3. Ламелярные трещины

3.4. Трещины повторного нагрева

3.5. Хрупкие разрушения

3.6. Термическая обработка сварных соединений

4. Сварка жаропрочных перлитных сталей

4.1. Трудности при сварке жаропрочных перлитных сталей

4.2. Технология сварки и свойства сварных соединений

4.3. Термическая обработка сварных соединений

5. Сварка хромистых сталей

5.1. Общие рекомендации по сварке хромистых сталей

5.2. Сварка мартенситных сталей
5.2.1. Технология сварки и свойства сварных соединений
5.3. Сварка мартенситно-ферритных сталей
5.3.1. Технология сварки и свойства сварных соединений
5.4. Сварка ферритных сталей
5.4.1. Технология сварки и свойства сварных соединений
6. Сварка аустенитных хромоникелевых сталей
6.1. Трудности при сварке хромоникелевых сталей
6.1.1. Трещины в сварных соединениях
6.1.2. Межкристаллитная коррозия сварных соединений
6.1.3. Охрупчивание металла сварного соединения при эксплуатации
6.1.4. Поры в наплавленном металле
6.2. Общие рекомендации по сварке аустенитных сталей
6.3. Технология сварки
6.4. Термическая обработка
7. Сварка разнородных сталей
7.1. Образование и строение зоны сплавления
7.2. Образование диффузионных прослоек в зоне сплавления
7.3. Дефекты сварных соединений
7.4. Рекомендации по сварке разнородных сталей
8. Сварка сплавов на никелевой основе
8.1. Трудности при сварке никелевых сплавов
8.2. Технология сварки и свойства соединений

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

Практические занятия (ПК-1, ПК-2)

Тема 1. Расчетные методы оценки свариваемости сталей и сплавов для производства заданных сварных конструкций (по критериям из различных основных материалов).

Тема 2. Анализ технологии сборки и сварки конструкции. Разработка последовательности сборки и сварки деталей в заданную конструкцию. Выбор применяемых для изготовления конструкции способов сварки плавлением. Подбор сварочных материалов.

Тема 3. Конструирование сварных соединений по ГОСТ 5264, ГОСТ 14771, ГОСТ 8713. ГОСТ 14806, ГОСТ 16038, ГОСТ 23792. Графическое изображение и условное обозначение сварного шва по ГОСТ 2.312.

Тема 4. Расчет или выбор по справочной литературе режимов сварки плавлением. Определение необходимости применения термической обработки перед сваркой (предварительный подогрев), во время сварочного процесса (сопутствующий подогрев), после сварки (послесварочный) отдельных узлов изделия или изделия в целом.

Тема 5. Составление технологической карты сварки плавлением по ГОСТ Р ИСО 15609 для конкретного изделия.

Тема 6. Причины возникновения и типы дефектов по ГОСТ 30242. Допустимые уровни качества по нормативно-технической литературе (ГОСТ Р ИСО 5817, ГОСТ Р ИСО 10042).

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы/проекты отсутствуют

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. соединения сварные

ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. соединения сварные основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. соединения сварные основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 3242-79 Соединения сварные методы контроля качества

ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий

ГОСТ 11969-79 Сварка плавлением. Основные положения и их обозначения

ГОСТ 19521-74 ГОСТ 28915-91 Сварка лазерная импульсная. Соединения сварные точечные. Основные типы, конструктивные элементы и размерыСварка металлов. Классификация

ГОСТ 34061-2017 Сварка и родственные процессы. Определение содержания водорода в наплавленном металле и металле шва дуговой сварки

ГОСТ Р ИСО 857-1-2009 Сварка и родственные процессы. Словарь. Часть 1. Процессы сварки металлов. Термины и определения

ГОСТ Р ИСО 4063-2010 Сварка и родственные процессы. Перечень и условные обозначения процессов

ГОСТ 3.1705-81 Единая система технологической документации. Правила записи операций и переходов. Сварка.

ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий.

ГОСТ 11969-79 Сварка плавлением. Основные положения и их обозначения.

ГОСТ 19521-74 Сварка металлов. Классификация.

ГОСТ 29273-92 Свариваемость. Определение.

ГОСТ 23870-79 Свариваемость сталей. Метод оценки влияния сварки плавлением на основной металл.

ГОСТ 30430-96 Сварка дуговая конструкционных чугунов. Требования к технологическому процессу.

ГОСТ 30482-97 Сварка сталей электрошлаковая. Требования к технологическому процессу.

ГОСТ 29297-92 Сварка, высокотемпературная и низкотемпературная пайка, пайкосварка металлов. Перечень и условные обозначения процессов.

ГОСТ 2.312-72 Единая система конструкторской документации. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.

ГОСТ Р ИСО 17659-2009 Сварка. Термины многоязычные для сварных соединений.

ГОСТ Р ИСО 857-1-2009 Сварка и родственные процессы. Словарь. Часть 1. Процессы сварки металлов. Термины и определения.

ГОСТ 20549-75 Диффузионная сварка в вакууме рабочих элементов разделительных и формообразующих штампов. Типовой технологический процесс.

ОСТ 92-1152-75 Сварка и пайка. Подготовка поверхности деталей под сварку и пайку. Обработка сборочных единиц после сварки и пайки

ОСТ 92-1611-74 Контроль просвечиванием сварных и паяных соединений

4.2 Основная литература

1. Абракшин А.В. Сварка специальных сталей и сплавов (учебное пособие). – Брянск: БГТУ, 2005. – 116 с.

2. Смирнов И.В. Сварка специальных сталей и сплавов (учебник для вузов). Изд. Лань. 2012. 272 стр.

3. Ю.П. Солнцев, Б.С. Ермаков, В.Ю. Пирайнен. Технология конструкционных материалов. – М.: Химиздат, 2006. – 504 с.

Рыжов С.Б. Зубченко А.С. Каширский Ю.В. Стали и сплавы энергетического оборудования: справочник. – М.:Машиностроение, 2008, 960 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Конструкционные материалы: Справочник / Б.Н. Арзамасов, В.А. Брострем, Н.А. Буше и др.; Под общ. ред. Б.Н. Арзамасова - М.: Машиностроение, 1990, 688 с.

2. Геллер Ю.А. Инструментальные стали. М.: Металлургия, 1983.526 с.

3. Металловедение и термическая обработка стали: Справочник .Под. ред. М.Л. Бернштейна и А.Г. Рахштадта. М.: Металлургия, 1983.Т.2. Изд. 3. 368 с.

4. Коррозионностойкие стали и сплавы: Справ. изд. Ульянин Е.А.М.: Металлургия, 1991. 256 с.

5. Жаропрочные стали и сплавы. Справ. изд. Масленков С.Б. М.: Металлургия, 1983. 192 с.

7. Гуляев А.П. Металловедение. М.: Металлургия. 1986. 524 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка
Сварка спецсталей и сплавов	https://lms.mospolytech.ru/course/view.php?id=2357

Разработанные ЭОР включают тренировочные и итоговые тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета

(elib.mgup; lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog) к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам)

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Нет

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень ресурсов сети Интернет, доступных для освоения дисциплины:

	Наименование	**Ссылка на ресурс**	**Доступность**
Информационно-справочные системы			
	Stack Overflow	https://stackoverflow.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений

	Сайт о сварке, здесь можно ознакомиться с технологиями и подробностями электрошлаковой, лазерной и электронно-лучевой сварки, изучить статьи о тепловом соединении различных металлов друг с другом и с неметаллами.	websvarka.ru	Доступна в сети Интернет без ограничений
	Специализированные сайты по сварке	http://tiberis.ru	Доступна в сети Интернет без ограничений
	Специализированные сайты по сварке	https://svarka.guru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
	Welding Technologi Consalting Инженерно-техническая группа специалистова	https://weldingeniring.com	Доступна в сети Интернет без ограничений
Электронно-библиотечные системы			
	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
	Юрайт	https://www.urait.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно
	Scopus - единая библиографическая и реферативная база данных рецензируемой научной литературы	https://www.scopus.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий необходимы аудитории, оснащенные мультимедийными проекторами и экранами.

6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины «Сварка спецсталей и сплавов» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий:

– аудиторные занятия: лекции, лабораторные работы, тестирование;

– внеаудиторные занятия: самостоятельное изучение отдельных вопросов, подготовка к лабораторным работам.

Образовательные технологии

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных электронных образовательных ресурсов (ЭОР) (см. п. 4.4).

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО мосполитеха);

- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;

- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. В начале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке **к семинарскому занятию** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.10. Целесообразно в ходе защиты **лабораторных работ** задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

1.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

1.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS мосполитеха), как во время контактной работы с преподавателем так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

1.2.4. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;

- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация самостоятельной работы или защита лабораторной работы.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств представлен в Приложении 2 к рабочей программе и включает разделы:

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения
7.3. Оценочные средства
7.3.1. Текущий контроль
7.3.2. Промежуточная аттестация

Приложение 2

Раздел 7 РПД - ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Сварка спецсталей и сплавов»

Направление подготовки

15.04.01 «Машиностроение»

Образовательная программа (профиль подготовки)

«Роботизированное сварочное производство»

7. Фонд оценочных средств

В процессе обучения в течение семестра используются оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций. Применяются следующие оценочные средства: тест, реферат, практические работы, зачет, экзамен.

Обучение по дисциплине «Сварка спецсталей и сплавов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1. Способность к организации, подготовке и контролю сварочного производства	ИПК 1.1. Знает технические требования, предъявляемые к применяемым при сварке материалам, нормы их расхода, а так же технические характеристики, конструктивные особенности и режимы сварочного оборудования, правила его эксплуатации. ИПК 1.2. Умеет производить анализ и экспертизу технической (конструкторской и технологической) документации на соответствие нормативным документам и техническим условиям, а так же выполнять техническую подготовку сварочного производства, его обеспечение и нормирование" настоящего профессионального стандарта. ИПК 1.3. Владеет навыками организации разработки и внедрения в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, обеспечивающих сокращение затрат труда, соблюдение требований охраны труда и окружающей среды, экономию материальных и энергетических ресурсов, навыками проведения анализа технологичности сварных конструкций (изделий, продукции).
ПК-2. Способность к руководству деятельности сварочного производства и обеспечением ее контроля	ИПК 2.1. Знает методы исследования и проводить эксперименты по совершенствованию методов и технологии по выполнению сварочных работ. ИПК 2.2. Умеет проводить научно-исследовательские и экспериментальные

	работы по сварочному производству. ИПК 2.3. Владеет методами проведения исследований и разработок в области совершенствования технологии и организации сварочных работ, а, так же, навыками контроля за обеспечением производства необходимой нормативной, технической и производственно-технологической документацией.

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Практические работы (ПР)	Метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы; оценивается способность студента к решению различных прикладных задач, образцы которых были	Перечень практических работ
2	Реферат (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно – исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также	Темы рефератов
3	Тесты	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий Ссылка в ЛМС на курс по данной дисциплине https://lms.mospolytech.ru/course/view.php?id=2357
4	Ответы на контрольные вопросы	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как письменные ответы на вопросы.	Вопросы по темам/разделам дисциплины Ответы на контрольные вопросы в ЛМС и выкладывание ответов на вопросы в элемент «задание» по ссылке https://lms.mospolytech.ru/course/view.php?id=2357

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение работ, предусмотренных рабочей программой и прохождение всех промежуточных тестов не ниже, чем на 60% правильных ответов. Промежуточные тестирования могут проводится как в аудитории Университета под контролем преподавателя, так и дистанционном формате на усмотрение преподавателя.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии.

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице:

Вид работы*	Форма отчетности и текущего контроля
Реферат или презентация	Оформленные рефераты или презентации, предусмотренные рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены и оформлены все работы.
Ответы на вопросы в системе ЛМС	Студенты скачивают лист с вопросами и письменно, от руки, переписывая вопрос отвечают на все вопросы, которые указаны в файле и подписанный файл прикрепляют в ЛМС в элемент «задание». Ответить нужно на все вопросы по всем темам данной дисциплины, которые есть в системе ЛМС.

*Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

Примерный перечень тем для рефератов:

1. Свариваемость легированных теплоустойчивых, жаропрочных, жаростойких, хладостойких, коррозионностойких сталей и никелевых сплавов. (ПК-1, ПК-2)
2. Характеристики работоспособности сварных соединений из этих сталей. (ПК-1, ПК-2)
3. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства сталей. (ПК-1, ПК-2)
4. Особенности сварки сталей перлитного, мартенситного, ферритного, аустенитного классов и сплавов на никелевой основе. (ПК-1, ПК-2)
5. Изменения, происходяшие в ОШЗ в результате структурных превращений под действием термодеформационного цикла сварки. (ПК-1, ПК-2)
6. Технологическая прочность сварных соединений. (ПК-1, ПК-2)
7. Склонность швов к образованию газовых пор. (ПК-1, ПК-2)
8. Металлургическая характеристика способов сварки плавлением и сварочных материалов, используемых при производстве конструкций из специальных сталей и сплавов. (ПК-1, ПК-2)
9. Виды термической обработки сварных соединений, ее назначение и способы осуществления. (ПК-1, ПК-2)
10. Выбор сварочных материалов для дуговой и электрошлаковой сварки, режимов сварки, температуры подогрева свариваемых изделий и режимов термической обработки сварных конструкций, обеспечивающих жаропрочность и радиационную стойкость, а также высокую сопротивляемость к образованию холодных трещин. (ПК-1, ПК-2)
11. Выбор сварочных материалов, режимов сварки и термической обработки сварных соединений, обеспечивающих их стойкость к образованию горячих трещин, к локальным разрушениям в процессе эксплуатации, а также необходимую жаростойкость и жаропрочность. (ПК-1, ПК-2)

Примерный перечень вопросов, который преподаватель может выложить в системе ЛМС:

1. Классификация сталей и сплавов. (ПК-1, ПК-2)
2. Маркировка сталей и сплавов. (ПК-1, ПК-2)
3. Особенности работы сварных конструкций из специальных сталей и сплавов. (ПК-1, ПК-2)
4. Влияние легирующих элементов на процессы, протекающие в сталях при сварке. (ПК-1, ПК-2). (ПК-1, ПК-2)
5. Влияние легирующих элементов на структурные превращения при сварке. (ПК-1, ПК-2)
6. Влияние легирующих элементов на плавление и кристаллизацию металлов и сплавов при сварке. (ПК-1, ПК-2)
7. Влияние режима сварки на степень химической неоднородности сварного шва. (ПК-1, ПК-2)
8. Свариваемость легированных сталей. (ПК-1, ПК-2)
9. Горячие трещины в сварных соединениях. (ПК-1, ПК-2)
10. Холодные трещины в сварных соединениях. (ПК-1, ПК-2)
11. Термическая обработка сварных соединений. (ПК-1, ПК-2)
12. Сварка жаропрочных перлитных сталей. (ПК-1, ПК-2)
13. Трудности при сварке жаропрочных перлитных сталей. (ПК-1, ПК-2)
14. Технология сварки и свойства сварных соединений. (ПК-1, ПК-2)
15. Термическая обработка сварных соединений. (ПК-1, ПК-2)
16. Сварка хромистых сталей. (ПК-1, ПК-2)
17. Общие рекомендации по сварке хромистых сталей. (ПК-1, ПК-2)
18. Сварка мартенситных и мартенситно-ферритных сталей. (ПК-1, ПК-2)
19. Сварка ферритных сталей. (ПК-1, ПК-2)
20. Технология сварки и свойства сварных соединений. (ПК-1, ПК-2)
21. Сварка аустенитных хромоникелевых сталей. (ПК-1, ПК-2)
22. Трудности при сварке хромоникелевых сталей. (ПК-1, ПК-2)
23. Трещины в сварных соединениях. (ПК-1, ПК-2)
24. Межкристаллитная коррозия сварных соединений. (ПК-1, ПК-2)
25. Общие рекомендации по сварке аустенитных сталей. (ПК-1, ПК-2)
26. Сварка разнородных сталей. (ПК-1, ПК-2)
27. Образование и строение зоны сплавления. (ПК-1, ПК-2)
28. Образование диффузионных прослоек в зоне сплавления и дефекты сварных соединений. (ПК-1, ПК-2)
29. Рекомендации по сварке разнородных сталей. (ПК-1, ПК-2)
30. Сварка сплавов на никелевой основе. (ПК-1, ПК-2)
31. Трудности при сварке никелевых сплавов. (ПК-1, ПК-2)
32. Технология сварки и свойства соединений. (ПК-1, ПК-2)
33. Сварка сплавов на основе алюминия. (ПК-1, ПК-2)
34. Трудности при сварке алюминиевых сплавов. (ПК-1, ПК-2)
35. Технология сварки и свойства соединений. (ПК-1, ПК-2)
36. Сварка сплавов на основе меди. (ПК-1, ПК-2)
37. Трудности при сварке медных сплавов. (ПК-1, ПК-2)
38. Технология сварки и свойства соединений. (ПК-1, ПК-2)

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация – экзамен (3 семестр) может проводиться:

- по билетам в устной форме
- с применением средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий – тесты

Регламент проведения аттестации:

- время для подготовки ответа на вопросы по билетам (не более 40 мин.);
- время на выполнение задания. Тест проходиться в течении 30 минут, 20 вопросов;
- время на ответ по билету – не более 10 минут.

Содержание экзаменационного задания:

Количество вопросов в билете 2. Экзаменационные билеты хранятся на кафедре и в материалах РПД не размещаются. Но обязательно в помощь студентам для подготовки к аттестации в РПД размещается перечень вопросов, выносимых преподавателем на аттестацию по дисциплине, из которых формируются экзаменационные билеты.

Для проведения текущего контроля успеваемости по отдельным разделам (темам) дисциплины могут применяться тестовые задания или контрольные задания с ответами «верно – неверно» или соответствия на ввод численного значения.

Раздел дисциплины (тема) зачитывается студенту как освоенная «зачтено», если количество правильных ответов 60% и более. Если правильных ответов меньше 60% ставится «незачтено» и назначается повторное тестирование.

Итоговая аттестация Экзамен может проходить в формате Теста.

Студент набравший от 81 балла и выше - **оценка - отлично.**

Студент набравший от 71 до 80 - **оценка - хорошо.**

Студент набравший от 60 до 70 - **оценка - удовлетворительно**

Студент набравший до 60 баллов - **оценка - неудовлетворительно**

Перечень вопросов для подготовки к зачету, экзамену и составления зачетно-экзаменационных билетов (3 семестр)

1. Легирующие элементы и классификация сталей (ПК-1, ПК-2)
2. Классификация легирующих элементов. (ПК-1, ПК-2)
3. Влияние легирующих элементов на критические точки. (ПК-1, ПК-2)
4. Классификация сталей, маркировка сталей, неметаллические включения, примеси в стали. (ПК-1, ПК-2)
5. Фазы в легированных сталях. (ПК-1, ПК-2)
6. Образование твёрдых растворов замещения, внедрения. (ПК-1, ПК-2)
7. Структура и свойства легированного феррита и аустенита. (ПК-1, ПК-2)
8. Термодинамическая активность углерода в железе. (ПК-1, ПК-2)
9. Карбиды и нитриды металлов. (ПК-1, ПК-2)
10. Интерметаллиды. (ПК-1, ПК-2)
11. Электронные соединения. (ПК-1, ПК-2)
12. Сигма-фазы, фазы Лавеса, геометрически плотноупакованные фазы. (ПК-1, ПК-2)
13. Фазовые превращения в легированных сталях. (ПК-1, ПК-2)
14. Перекристаллизация стали. (ПК-1, ПК-2)
15. Растворение карбидов и нитридов в аустените. (ПК-1, ПК-2)
16. Рост зерна аустенита. (ПК-1, ПК-2)
17. Влияние легирующих элементов на устойчивость переохлажденного аустенита. (ПК-1, ПК-2)
18. Диаграммы распада переохлажденного аустенита. (ПК-1, ПК-2)
19. Перлитное превращение, Мартенситное превращение, Распад мартенсита. (ПК-1, ПК-2)
20. Образование специальных карбидов и их коагуляция. (ПК-1, ПК-2)
21. Распад остаточного аустенита. (ПК-1, ПК-2)
22. Возврат и рекристаллизация матрицы. (ПК-1, ПК-2)
23. Дисперсионное упрочнение. (ПК-1, ПК-2)
24. Отпускная хрупкость стали. (ПК-1, ПК-2)
25. Машиностроительные стали. (ПК-1, ПК-2)
26. Влияние углерода на свойства стали. (ПК-1, ПК-2)

27. Марки сталей и их свойства. (ПК-1, ПК-2)
28. Нестареющие холоднокатаные стали. (ПК-1, ПК-2)
29. Двухфазные стали. (ПК-1, ПК-2)
30. Влияние легирования на прокаливаемость стали. (ПК-1, ПК-2)
31. Структура и механические свойства. (ПК-1, ПК-2)
32. Цементуемые стали и азотируемые стали. (ПК-1, ПК-2)
33. Легирование и термическая обработка. (ПК-1, ПК-2)
34. Легированные низкоотпущенные стали. (ПК-1, ПК-2)
35. Дисперсионно-твердеющие стали. (ПК-1, ПК-2)
36. Упрочнение при холодной деформации. (ПК-1, ПК-2)
37. Стали со сверхмелким зерном. (ПК-1, ПК-2)
38. Криогенные стали, Износостойкие стали. (ПК-1, ПК-2)
39. Метастабильные аустенитные стали. (ПК-1, ПК-2)
40. Немагнитные стали повышенной прочности. (ПК-1, ПК-2)
41. Стали повышенной обрабатываемости, Рельсовые стали. (ПК-1, ПК-2)
42. Коррозионностойкие стали и сплавы, Легирование. (ПК-1, ПК-2)
43. Межкристаллитная коррозия. (ПК-1, ПК-2)
44. Коррозионное растрескивание. (ПК-1, ПК-2)
45. Хрупкость коррозионностойких сталей. (ПК-1, ПК-2)
46. Мартенситные и мартенсито-ферритные стали. (ПК-1, ПК-2)
47. Ферритные стали, Аустенитные стали. (ПК-1, ПК-2)
48. Аустенито-ферритные и аустенито-мартенситные стали. (ПК-1, ПК-2)
49. Сплавы на железоникелевой и никелевой основе. (ПК-1, ПК-2)
50. Жаропрочные и жаростойкие стали и сплавы. (ПК-1, ПК-2)
51. Влияние среды и условий эксплуатации на жаропрочность, Легирование. (ПК-1, ПК-2)
52. Углеродистые и низколегированные стали. (ПК-1, ПК-2)
53. Хромистые стали мартенситного и мартенсито-ферритного классов. (ПК-1, ПК-2)
54. Гомогенные стали, Стали с карбидным упрочнением. (ПК-1, ПК-2)
55. Никелевые сплавы, Дисперсноупрочненные сплавы. (ПК-1, ПК-2)
56. Сплавы кобальта, Газовая коррозия. (ПК-1, ПК-2)
57. Ферритные хромистые и хромоалюминиевые стали. (ПК-1, ПК-2)
58. Мартенситные хромокремнистые стали. (ПК-1, ПК-2)
59. Аустенитные стали и сплавы, Инструментальные стали. (ПК-1, ПК-2)
60. Основные свойства и классификация. (ПК-1, ПК-2)
61. Углеродистые стали, легированные стали. (ПК-1, ПК-2)
62. Роль легирующих элементов и фазовый состав стали. (ПК-1, ПК-2)
63. Марки сталей, Фазовые превращения в быстрорежущих сталях. (ПК-1, ПК-2)
64. Термическая обработка инструмента. (ПК-1, ПК-2)
65. Твердые сплавы, Стали для холодного деформирования. (ПК-1, ПК-2)
66. Стали для горячего деформирования. (ПК-1, ПК-2)
67. Стали для прокатных валков. (ПК-1, ПК-2)
68. Стали для измерительных инструментов. (ПК-1, ПК-2)
69. Сплавы цветных металлов. (ПК-1, ПК-2)
70. Алюминий и его свойства, Примеси. (ПК-1, ПК-2)
71. Термическая обработка. (ПК-1, ПК-2)
72. Влияние состава на процессы, протекающие при термической обработке. (ПК-1, ПК-2)
73. Классификация алюминиевых сплавов. (ПК-1, ПК-2)
74. Деформируемые сплавы, не упрочняемые термической обработкой. (ПК-1, ПК-2)
75. Дуралюмин, силумин. (ПК-1, ПК-2)

76. Жаропрочные алюминиевые сплавы. (ПК-1, ПК-2)
77. Магний и его сплавы, Титан и его сплавы. (ПК-1, ПК-2)

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Сварка спецсталей и сплавов»
по направлению подготовки
15.04.01 «Машиностроение»
Профиль подготовки
Роботизированное сварочное производство
Форма обучения: очная
Год набора: 2025/2027
(Магистр)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1	Введение Условные обозначения 1. Классификация сталей и сплавов. Особенности работы сварных конструкций из специальных сталей и сплавов. 2. Влияние легирующих элементов на процессы, протекающие в сталях при сварке. 2.1. Влияние легирующих элементов на процессы, протекающие при нагреве 2.2. Влияние легирующих элементов на превращения аустенита при охлаждении 2.3. Влияние легирующих элементов на структурные превращения при сварке	3	1,2	2	2		12								

2	2.4. Влияние легирующих элементов на физические свойства сталей 2.5. Влияние легирующих элементов на плавление и кристаллизацию металлов и сплавов 2.5.1. Особенности кристаллизации сварочной ванны 2.6. Химическая неоднородность сварного соединения 2.7. Влияние режима сварки на степень химической неоднородности сварного шва	3	3,4	2	2		12								
3	3. Свариваемость легированных сталей 3.1. Горячие трещины в сварных соединениях 3.1.1. Методы повышения сопротивляемости сварных соединений образованию горячих трещин 3.2. Холодные трещины в сварных соединениях 3.2.1. Способы повышения сопротивляемости сварных соединений легированных сталей холодным трещинам 3.3. Ламелярные трещины	3	5,6	2	2		12								
4	3.4. Трещины повторного нагрева 3.5. Хрупкие разрушения 3.6. Термическая обработка сварных соединений	3	7,8	2	2		12								
5	4. Сварка жаропрочных перлитных сталей 4.1. Трудности при сварке жаропрочных перлитных сталей	3	9,10	2	2		12								

	4.2. Технология сварки и свойства сварных соединений 4.3. Термическая обработка сварных соединений														
6	5. Сварка хромистых сталей 5.1. Общие рекомендации по сварке хромистых сталей 5.2. Сварка мартенситных сталей 5.2.1. Технология сварки и свойства сварных соединений 5.3. Сварка мартенситно-ферритных сталей 5.3.1. Технология сварки и свойства сварных соединений 5.4. Сварка ферритных сталей 5.4.1. Технология сварки и свойства сварных соединений	3	11,12	2	2		12								
7	6. Сварка аустенитных хромоникелевых сталей 6.1. Трудности при сварке хромоникелевых сталей 6.1.1. Трещины в сварных соединениях 6.1.2. Межкристаллитная коррозия сварных соединений 6.1.3. Охрупчивание металла сварного соединения при эксплуатации 6.1.4. Поры в наплавленном металле	3	13,14	2	2		12								
8	6.2. Общие рекомендации по сварке аустенитных сталей 6.3. Технология сварки 6.4. Термическая обработка 7. Сварка разнородных сталей 7.1. Образование и строение зоны	3	15,16	2	2		12								

	сплавления														
9	7.2. Образование диффузионных прослоек в зоне сплавления 7.3. Дефекты сварных соединений 7.4. Рекомендации по сварке разнородных сталей 8. Сварка сплавов на никелевой основе 8.1. Трудности при сварке никелевых сплавов 8.2. Технология сварки и свойства соединений	3	17,18	2	2		12								
	Итого:			18	18		108							+	