МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
_____ А.С. Савинов

05.02.2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

СВАРКА СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ

Направление подготовки (специальность)
15.03.01 Машиностроение

Направленность (профиль/специализация) программы
Оборудование и технология сварочного производства

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Машины и технологии обработки давлением и машиностроения
Курс	4
Семестр	7

Магнитогорск
2026 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение (приказ Минобрнауки России от 09.08.2021 г. № 727)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и машиностроения
27.01.2026, протокол № 4

Зав. кафедрой _____ Є.И. Платов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
05.02.2026 г. протокол № 5

Председатель _____ А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры кафедры МиТОДиМ, канд. техн. наук _____ С.В. Михайлицын

Рецензент:
профессор кафедры ЛПиМ, д-р техн. наук _____ А.Н. Емелюшин

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.И. Платов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Цели должны соответствовать компетенциям, формируемым в результате освоения дисциплины (модуля).

Целями освоения дисциплины (модуля) СВАРКА СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ является: эффективное использование методов сварки, наплавки и деталей машин и агрегатов, выбор материалов, оборудования и оптимальных технологий для реализации этих процессов; овладение достаточным уровнем общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 15.03.01 - МАШИНОСТРОЕНИЕ.

Для достижения поставленной цели в процессе обучения необходимо решить следующие задачи:

1.1. Получить теоретические сведения о свойствах, свариваемости и областях рационального применения сталей различных классов, цветных металлов и их сплавов.

1.2. Получить теоретические сведения и практические навыки при выборе способа сварки, сварочных материалов и технике выполнения сварки указанных металлов в зависимости от требований, предъявляемых к сварным соединениям и свариваемому изделию.

1.3. Получить теоретические сведения о мероприятиях, проводимых с целью повышения качества сварных соединений из указанных материалов до сварки, в процессе ее выполнения и после окончания.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Сварка специальных сталей и сплавов входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Безопасность жизнедеятельности

Математика

Физика

Химия

Металловедение в сварке

Сварочные и наплавочные материалы

Газотермическая обработка

Основы сварочного производства

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Специальные методы соединения материалов

Современные программные продукты для моделирования сварочных процессов

Проектирование сварных конструкций

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Сварка специальных сталей и сплавов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1 Способен рассчитывать и отрабатывать технологические режимы и параметры	

сварки конструкций (изделий, продукции) любой сложности	
ПК-1.1	Определяет необходимый состав и количество сварочного и вспомогательного оборудования, сварочных материалов, технологической оснастки, приспособлений и инструмента для производства (изготовления, монтажа, ремонта, реконструкции) сварной конструкции (изделий, продукции) любой сложности

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

– контактная работа – 76,1 акад. часов:
– аудиторная – 72 акад. часов;
– внеаудиторная – 4,1 акад. часов;
– самостоятельная работа – 68,2 акад. часов;
– в форме практической подготовки – 0 акад. час;
– подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1.								
1.1 Введение. Основные сведения о специальных сталях и их поведение при сварке. Сварка низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных сталей. Сварка углеродистых, низко- и сред-нелегированных закаливающихся сталей, основы подхода к выбору техники и технологии сварки в зависимости от назначения конструкции. Сварка высокохромистых мартенситных, мартенситно-ферритных и ферритных сталей. Сварка высоколегированных аустенитных сталей и сплавов. Сварка специальных сталей и никелевых сплавов в энергетическом машиностроении. Свар-ка специальных сталей в криогенном машиностроении. Сварка специальных сталей в химическом и нефтехимическом машиностроении	7	18			17	Самостоятельное изучение учебной и науч-ной литера-туры	Наличие конспектов лекций, сдача практических работ	ПК-1.1
1.2 Технология сварки чугуна. Технология		18			17	Самостоятельное изучение	Наличие конспектов	ПК-1.1

сварки цветных металлов и сплавов на их основе. Общая характеристика, классификация, области применения. Особенности технологии и техники сварки. Сварка меди и сплавов на ее основе. Сварка алюминия и сплавов на его основе. Сварка магния и сплавов на его основе. Сварка никеля и сплавов на его основе. Сварка титана и сплавов на его основе. Сварка тугоплавких и химически активных конструкционных металлов (циркония, ниобия, тантала, молибдена, гафния, ванадия, хрома, вольфрама). Технология сварки разнородных металлов и сплавов, сварка биметалла						учебной и науч-ной литера-туры	лекций, сдача практических работ	
Итого по разделу		36			34			
2.								
2.1 Сварка алюминия	7			18	17	Оформление лабораторной работы	Защита лабораторной работы	ПК-1.1
2.2 Сварка меди				18	17,2	Оформление лабораторной работы	Защита лабораторной работы	ПК-1.1
Итого по разделу				36	34,2			
3.								
3.1 Экзамен по дисциплине	7					Подготовка к экзамену	Проме-жуточ-ный кон-троль (экзамен	ПК-1.1
Итого по разделу								
Итого за семестр		36		36	68,2		экзамен	
Итого по дисциплине		36		36	68,2		экзамен	

5 Образовательные технологии

В процессе изучения курса СВАРКА СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ применяются следующие образовательные и информационные технологии:

5.1. Используются наглядные пособия, натурные образцы из специальных сталей и сплавов, выполненные сваркой, технические средства обучения.

5.2. Используется сварочное оборудование для проведения цикла практических занятий: сварочной пост, источники питания, защитные маски, держатели для электродов.

5.3. Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, для чего при проведении отдельных занятий и организации самостоятельной работы студентов используют-ся электронные версии курса лекций и расчетной работы.

5.4. Работа в команде – совместная деятельность студентов в группе при расчетах на практических занятиях, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы.

5.5. Case-study - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений.

5.6. Междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей и их группировка в контексте решаемой задачи.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Сварка специальных сплавов : учебное пособие / С. В. Михайлицын, С. И. Платов, А. Н. Емелюшин, М. А. Шекшеев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20931 (дата обращения: 28.09.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Михайлицын, С. В. Сварка с использованием высокоинтенсивных источников энергии : учебное пособие / С. В. Михайлицын, М. А. Шекшеев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2177 (дата обращения: 30.08.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

б) Дополнительная литература:

1 Михайлицын, С. В. Разработка сварочных материалов : учебное пособие / С. В. Михайлицын, М. А. Шекшеев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1616 (дата обращения: 30.08.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2 Шекшеев, М. А. Структура сварных соединений. Методы описания и анализа : лабораторный практикум / М. А. Шекшеев, А. Б. Сычков, С. В.

Михайлицын ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1573 (дата обращения: 18.10.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

3 Газотермическая обработка материалов : учебное пособие / С. В. Михайлицын, Д. В. Терентьев, А. Б. Сычков и др. ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20451 (дата обращения: 13.07.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

в) Методические указания:

1 Сварка специальных сталей и сплавов: методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Сварка специальных сталей и сплавов» для студентов по подготовке инженеров по специальности 150202 «Оборудование и технология сварочного производства» по направлению 150200 «Машиностроительные технологии и оборудование» и бакалавров по профилю «Оборудование и технология сварочного производства» по направлению 150700.62 «Машиностроение». Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2015. – 15 с.

2 Залилов, Р. В. Программа практической подготовки студентов : методические указания / Р. В. Залилов, И. В. Белевская, О. В. Зинина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/349 (дата обращения: 12.07.2023). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Электронные плакаты по курсу "Оборудование, техника и технология сварки и резки металлов"	К-227-12 от 11.09.2012	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лабораторный корпус с лабораторией сварки и лабораторией резания - Комплект печатных и электронных версий методических рекомендаций, учебное пособие, плакаты по темам «СВАРКА СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ». Сварочные аппараты. Оборудование для изготовления наплавочной порошковой проволоки. Образцы наплавочных материалов;

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ по наплавке - Комплект методических рекомендаций, учебное пособие, плакаты по темам «СВАРКА СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ»;

Учебная аудитория для проведения механических испытаний -

1. Машины универсальные испытательные на растяжение, сжатие, скручивание.
2. Мерительный инструмент.
3. Приборы для измерения твердости по методам Бринелля и Роквелла.
4. Микротвердомер.
5. Печи термические.

Учебная аудитория для проведения металлографических исследований - Микроскопы МИМ-6, МИМ-7;

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - Доска, мультимедийный проектор, экран;

Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы обучающихся - Персональные компьютеры с пакетом MS Office и выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования - Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования

Инструменты для ремонта лабораторного оборудования

Приложение 1

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Задания по самостоятельной работе

1. Изучить сущность сварка алюминия и составить отчёт (по заданию преподавателя);
2. Изучить сущность сварка меди и составить отчёт (по заданию преподавателя);
3. Изучить сущность электродуговой сварка чугуна и составить отчёт (по заданию преподавателя);
4. Изучить структура металла в околошовных зонах различных структурных классов и составить отчёт (по заданию преподавателя);

Вопросы самоконтроля для студентов

1. Состав и свойства углеродистых и низколегированных сталей.
2. Образование шва и околошовной зоны. Структура и свойства.
3. Техника и технология сварки углеродистых низколегированных сталей различными способами.
4. В каких случаях необходим предварительный подогрев?
5. Влияние последующей обработки на свойства сварных соединений из углеродистых и низколегированных сталей.
6. Отличие свойств одно- и многопроходных швов.
7. Чем отличается химический состав металла шва от химического состава основного металла.
8. Какие стали по чувствительности к термодеформационному циклу сварки относятся к низко- и среднелегированным закаливающимся сталям?
9. Какой критерий используют для предварительной оценки температуры подогрева при сварке?
10. Перечислите основные технологические приёмы, применяемые для предотвращения образования холодных трещин при сварке закаливающихся сталей.
11. Какие сварочные материалы используют для сварки закаливающихся сталей?
12. Какие процессы могут вызвать снижение прочности и пластичности металла в сварном соединении при эксплуатации изделий из жаропрочных перлитных сталей?
13. Как изменяется структура высокохромистых сталей в зависимости от концентрации хрома и углерода?
14. Какой состав присадочного металла используют для сварки хромистых сталей с целью уменьшения вероятности образования холодных трещин?
15. Какие виды подогрева и в каком диапазоне температур используют при сварке хромистых сталей для предотвращения образования холодных трещин?
16. Какие виды термообработки используют для повышения пластичности сварных соединений хромистых сталей?
17. Состав и свойства высоколегированных сталей и сплавов.
18. Свариваемость высоколегированных сталей.
19. Особенности техники и технологии сварки высоколегированных сталей различными способами.
20. Меры, позволяющие уменьшить вероятность образования горячих и холодных трещин при сварке высоколегированных сталей.
21. Суть стабилизирующего отжига и аустенизации.
22. От чего зависит толщина кристаллизационных и диффузионных прослоек сварных соединений разнородных сталей? По какому признаку можно их обнаружить?
23. Как влияет толщина прослоек на прочность и пластичность сварных соединений разнородных сталей при высоких и низких температурах?
24. Где располагается кристаллизационная и диффузионная прослойка по отношению геометрической линии сплавления разнородных сталей? Из каких зон состоит

диффузионная прослойка?

25. Как влияют легирующие элементы перлитной и аустенитной стали на толщину диффузионной прослойки при их сварке?
26. В чём преимущества сварки разнородных сталей с предварительной наплавкой? В чём состоит специфика получения наплавок из разнородных сталей?
27. Когда нежелательна послесварочная термообработка соединений из разнородных сталей? Почему термообработка соединений не устраняет остаточных напряжений?
28. Какой элемент обладает наибольшим графитизирующим действием при сварке чугуна?
29. Как влияет скорость охлаждения на структуру чугуна при сварке?
30. Наиболее эффективное средство предотвращения отбеливания металла сварного шва и околошовной зоны чугуна.
31. Какие средства воздействия на металл шва с целью повышения качества сварных соединений используют при холодной сварки чугуна? Условия получения прочности сварного соединения? Способы получения швов с высокой пластичностью.
32. Применение цветных металлов и сплавов в сварных конструкциях. Свойства цветных металлов и сплавов, используемых в сварных конструкциях.
33. Особенности формирования сварных соединений из цветных металлов и сплавов (магния, меди, никеля, титана, тугоплавких металлов).
34. Основные способы сварки цветных металлов и сплавов.
35. Техника и технология сварки цветных металлов и сплавов различными способами.

Темы контрольных работ:

№ п/п	Тема
1	Основные сведения о специальных сталях и их поведение при сварке. Состояние и перспективы использования легированных теплоустойчивых, жаропрочных, жаростойких, хладностойких, коррозионостойких сталей и жаропрочных никелевых сталей в энергетическом, криогенном, химическом, нефтехимическом и других отраслях машиностроения для производства сварных конструкций
2	Характеристики работоспособности сварных соединений жаропрочных, жаростойких, хладностойких и коррозионостойких сталей. Влияние легирующих добавок в сталях на принадлежность их к различным структурным классам
3	Поведение при сварке сталей перлитного, мартенситного, ферритного, аустенитного классов и сплавов на никелевой основе. Изменение свойств сталей в околошовной зоне в результате структурных превращений под действием термодеформационного цикла сварки
4	Технологическая прочность сварных соединений. Склонность швов к образованию газовых включений. Металлургическая характеристика способов сварки плавлением и сварочных материалов, используемых при производстве конструкций из специальных сталей и сплавов. Виды термической обработки сварных соединений, ее назначение и способы осуществления
5	Сварка низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных сталей. Состав, свойства и области применения. Образование шва и околошовной зоны, основные сведения о свариваемости. Основная цель техники и технологии их сварки. Особенности техники и технологии сварки различными способами. Свойства сварных соединений
6	Сварка углеродистых, низко- и среднелегированных закаливающихся сталей. Состав конструкционных и теплоустойчивых сталей, их свойства и область применения. Основные сведения о свариваемости. Основы подхода к выбору техники и технологии сварки в зависимости от назначения конструкции. Особенности техники и технологии сварки различными способами, свойства сварных соединений

7	Сварка высокохромистых мартенситных, мартенситно-ферритных и ферритных сталей. Классификация сталей, основные свойства и области применения. Общие рекомендации по выбору способа сварки и сварочных материалов. Техника и технология. Сварка мартенситных и мартенситно-ферритных сталей. Техника и технология сварки ферритных сталей. Свойства сварных соединений
8	Сварка высоколегированных аустенитных сталей и сплавов. Классификация сталей по назначению, состав, основные свойства. Свариваемость, особенности техники и технологии, обусловленные составом стали и назначением сварной конструкции. Свойства сварных соединений
9	Сварка специальных сталей и никелевых сплавов в энергетическом машиностроении. Трудности, возникающие при сварке теплоустойчивых сталей перлитного и мартенситного классов типа I5X2HMФA, предназначенных для изготовления оборудования тепловых и атомных электростанций, работающего при температурах 400-600^{0}C. Подход к выбору сварочных материалов для дуговой и электрошлаковой сварки, режимов сварки, температур подогрева свариваемых изделий и термической обработки сварных соединений, обеспечивающих их стойкость против образования холодных трещин, высокую жаропрочность и радиационную стойкость
10	Сварка специальных сталей в криогенном машиностроении. Трудности, возникающие при сварке хладностойких сталей мартеноитного и аустенитного классов типа OH6, OH9, 08XI8HI0, предназначенных для получения и хранения сжиженных газов при температурах от 80 до 250^{0}C. Подход к выбору сварочных материалов и режимов дуговой сварки, обеспечивающих необходимую технологическую прочность и хладностойкость сварных соединений
11	Сварка специальных сталей в химическом и нефтехимическом машиностроении. Трудности, возникающие при сварке коррозионостойких сталей мартенситного, ферритного и аустенитного классов типа I5X6M, 08XI3, 08XI8HICT, I0XI4ГI4H4T, 06X23H28M3Д3T, работающих в контакте с агрессивными средами. Подход к выбору сварочных материалов, параметров дуговой сварки и режимов термической обработки сварных соединений, обеспечивающих их технологическую прочность и коррозионную стойкость
12	Технология сварки чугуна. Состав, свойства и классификация чугунов. Особенности технологии и техники сварки. Техника и технология дуговой горячей, полугорячей и холодной сварки. Газовая сварка. Пайка-сварка. Особые виды сварки
13	Технология сварки цветных металлов и сплавов на их основе. Общая характеристика, классификация, области применения. Особенности технологии и техники сварки
14	Сварка меди и сплавов на ее основе. Состав, свойства, общие сведения о свариваемости. Техника и технология газовой сварки, дуговой сварки угольным электродом, покрытыми электродами под флюсом, в защитных газах. Сварка электронным лучом, электрошлаковая сварка сварных соединений
15	Сварка алюминия и сплавов на его основе. Состав, свойства, общие сведения о свариваемости. Техника и технология газовой сварки, дуговой сварки угольным электродом, покрытыми электродами, по слою флюса, в защитных газах. Сварка электронным лучом, электрошлаковая. Свойства сварных соединений
16	Сварка магния и сплавов на его основе. Составы, свойства, общие сведения о свариваемости. Причины ограниченного применения газовой сварки и дуговой угольным и покрытым электродом. Техника и технология дуговой сварки в защитных газах и электроннолучевой сварки
17	Сварка никеля и сплавов на его основе. Состав, свойства, общие сведения о свариваемости. Техника и технология газовой сварки, дуговой сварки угольным электродом, покрытыми электродами, под флюсом, в защитных газах. Сварка электронным лучом, электрошлаковая. Свойства сварных соединений

18	Сварка титана и сплавов на его основе. Состав, свойства, общие сведения о свариваемости. Техника и технология дуговой сварки под флюсом в защитных газах, электроннолучевой, электрошлаковой сварки. Свойства сварных соединений
19	Сварка тугоплавких и химически активных конструкционных металлов (циркония, ниобия, тантала, молибдена, гафния, ванадия, хрома, вольфрама). Состав, свойства, общие сведения о свариваемости. Техника и технология дуговой сварки в защитных газах, электроннолучевой сварки
20	Технология сварки разнородных металлов и сплавов. Принципы образования сварного шва. Конструкция сварных соединений. Выбор способа сварки и сварочных материалов. Техника и технология сварки стали с цветными металлами и сплавами на их основе, разнородных металлов и сплавов. Сварка биметалла

Приложение 2

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине СВАРКА СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ и проводится в форме экзамена и в форме выполнения и защиты лабораторных работ на пятом курсе.

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-1 Способен рассчитывать и отрабатывать технологические режимы и параметры сварки конструкций (изделий, продукции) любой сложности		
ПК-1.1	Определяет необходимый состав и количество сварочного и вспомогательного оборудования, сварочных материалов, технологической оснастки, приспособлений и инструмента для производства (изготовления, монтажа, ремонта, реконструкции) сварной конструкции (изделий, продукции) любой сложности	**Дайте краткий ответ на вопрос:** 1. Состав и свойства углеродистых и низколегированных сталей. 2. Образование шва и околошовной зоны. Структура и свойства. 3. Техника и технология сварки углеродистых низколегированных сталей различными способами. 4. В каких случаях необходим предварительный подогрев? 5. Влияние последующей обработки на свойства сварных соединений из углеродистых и низколегированных сталей. 6. Отличие свойств одно- и многопроходных швов. 7.Чем отличается химический состав металла шва от основного металла. 8. Какие стали по чувствительности к термодеформационному циклу сварки относятся к низко- и среднелегированным закаливающимся сталям? 9. Какой критерий используют для предварительной оценки температуры подогрева при сварке. 10. Перечислите основные технологические приёмы, применяемые для предотвращения образования холодных трещин при сварке закаливающихся сталей. 11. Какие сварочные материалы используют для сварки закаливающихся сталей. 12. Какие процессы могут вызвать снижение прочности и пластичности металла в сварном соединении при эксплуатации изделий из жаропрочных перлитных сталей? 13. Как изменяется структура высокохромистых сталей в зависимости от

		концентрации хрома и углерода? 14. Какой состав присадочного металла используют для сварки хромистых сталей с целью уменьшения вероятности образования холодных трещин? 15. Какие виды подогрева и в каком диапазоне температур используют при сварке хромистых сталей для предотвращения образования холодных трещин 16. Какие виды термообработки используют для повышения пластичности сварных соединений хромистых сталей? 17. Состав и свойства высоколегированных сталей и сплавов. 18. Свариваемость высоколегированных сталей. 19. Особенности техники и технологии сварки высоколегированных сталей различными способами. 20. Меры, позволяющие уменьшить вероятность образования горячих и холодных трещин при сварке высоколегированных сталей. 21. Суть стабилизирующего отжига и аустенизации. 22. От чего зависит толщина кристаллизационных и диффузионных прослоек сварных соединений разнородных сталей? По какому признаку можно их обнаружить? 23. Как влияет толщина прослоек на прочность и пластичность сварных соединений разнородных сталей при высоких и низких температурах? 24. Где располагается кристаллизационная и диффузионная прослойка по отношению геометрической линии сплавления разнородных сталей? Из каких зон состоит диффузионная прослойка? 25. Как влияют легирующие элементы перлитной и аустенитной стали на толщину диффузионная прослойка при их сварке? 26. В чём преимущества сварки разнородных сталей с предварительной наплавкой? В чём состоит специфика получения наплавок из разнородных сталей? 27. Когда нежелательна послесварочная термообработка соединений из разнородных сталей? Почему термообработка соединений не устраняет остаточных напряжений? 28. Какой элемент обладает наибольшим графитизирующим действием при сварке чугуна? 29. Как влияет скорость охлаждения на

		структуру чугуна при сварке? 30. Наиболее эффективное средство предотвращения отбеливания металла сварного шва и околошовной зоны. 31. Какие средства воздействия на металл шва с целью повышения качества сварных соединений используют при холодной сварки чугуна? Условия получения прочности сварного соединения? Способы получения швов с высокой пластичностью. 32. Применение цветных металлов и сплавов в сварных конструкциях. Свойства цветных металлов и сплавов, используемых в сварных конструкциях. 33. Особенности формирования сварных соединений из цветных металлов и сплавов (магния, меди, никеля, титана, тугоплавких металлов). 34. Основные способы сварки цветных металлов и сплавов. 35. Техника и технология сварки цветных металлов и сплавов различными способами. **Практические задания:** 1. Содержание углерода в низко-, средне- и высокоуглеродистой стали. 2. . Содержание хрома в ферритной, мартенситной и мартенситно-ферритной стали. 3. . Содержание хрома и никеля в высоколегированной аустенитной стали. 4. Схематически изобразить строение зоны плавления стали. 5. Графически изобразить длинные и короткие шлаки. 6. Написать формулы раскисления металла. 7. Написать формулу определения параметра по оценке склонности сварного шва к горячим трещинам. 8. Написать формул расчёта эквивалента углерода для закаливающихся сталей. 9. Расшифровать условное обозначение электрода. 10. Схематично изобразить поперечное сечение электрода. 11. Схематично изобразить поперечное сечение порошковой проволоки. 12. Схематично изобразить разделку кромок при стыковой сварке. 13. Написать формулу расчёта предварительного подогрева при сварке высокопрочных сталей. 14. Изобразить структурную схему инверторного источника питания. 15. Определить длину электрода.

		16. Определить разность толщины покрытия электрода. **Практическая работа № 1** РУЧНАЯ ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ СВАРКА Изучить режимы сварки и коэффициенты расплавления, наплавки и потерь электродного материала электродов с различным видом покрытия. Выбрать электроды для сварки углеродистых сталей. Сформулировать выводы по работе. Составить отчёт. **Практическая работа № 2** СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ *Цель работы:* Изучить основные виды сварочных материалов, их назначение и область применения. Сравнить технологические свойства материалов и качество получаемых сварных швов. Изучить штучные плавящиеся электроды при ручной дуговой сварке, электродные проволоки сплошные и порошковые при механизированной дуговой сварке в защитном газе, под флюсом и при электрошлаковой сварке; в несколько меньшей степени участвуют в формировании состава швов флюсы и активные защитные газы. Произвести замер коэффициента покрытия электродов с основным видом покрытия. Указать достоинства и недостатки электродов при сварке углеродистых сталей. Сформулировать выводы по работе. Составить отчёт.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «СВАРКА СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена и в форме выполнения и защиты лабораторных работ.

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

– на оценку **«отлично» –** обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций;

– на оценку **«хорошо» –** обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций;

– на оценку **«удовлетворительно» –** обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций;

– на оценку **«неудовлетворительно»** – результат обучения не достигнут.

Образец экзаменационного билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой МиТОДиМ, д.т.н., проф.

_____С.И.Платов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Направление подготовки ***15.03.01 - МАШИНОСТРОЕНИЕ***
Профиль подготовки (специализация): ***ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА***
Кафедра *МиТОДиМ*

Дисциплина *Б1.В* СВАРКА СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ

Часов по ФГОС *180 час.*

Экзаменатор: *доцент, к.т.н. Михайлицын С.В.*

1. **Состав и свойства углеродистых и низколегированных сталей.**
2. **Особенности техники и технологии сварки высоколегированных сталей различными способами.**
3. **Практическое задание.**

Экзаменатор _____ (С.В.Михайлицын)