

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

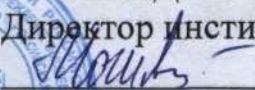
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра обработки металлов давлением и сварки



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

 Могильная Е.П.

(подпись)

«18» 04 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«СВАРКА СПЕЦСТАЛЕЙ И СПЛАВОВ»

По направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение

Профиль: «Оборудование и технология сварочного производства»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Сварка спецсталей и сплавов» по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение. – ___ с.

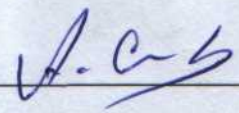
Рабочая программа учебной дисциплины «Сварка спецсталей и сплавов» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 9 августа 2021 года № 727.

СОСТАВИТЕЛЬ:

канд. техн. наук, доцент Бояршина Л.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры обработки металлов давлением и сварки «11» 04 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой

обработки металлов давлением и сварки  Стоянов А.А.

Переутверждена: «___» _____ 20___ г., протокол № _____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института _____
«18» 04 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической

комиссии института технологий и инженерной механики  Ясуник С.Н.

Структура и содержание дисциплины

1. Цель и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – научиться будущему инженеру-технологу в области сварочного производства обоснованно выбирать способы сварки, материалы и рассчитывать режимы сварки спецсталей и сплавов, учитывать особенности процесса и влияние термического цикла сварки на служебные характеристики сварных соединений. Вместе с тем необходимо получить чёткие представления о применяемом оборудовании и технико-экономических показателях различных видов сварки спецсталей и сплавов.

Задачи: Студент должен **знать** современные способы получения неразъёмных монолитных соединений в конструкциях, изготовленных из спецсталей и сплавов.

Студент должен **уметь**: объяснять физико-химические процессы, имеющие место при осуществлении различных сварочных процессов применительно к спецсталям и сплавам; разрабатывать оптимальные технологические процессы сварки этих материалов.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Сварка спецсталей и сплавов» относится к циклу дисциплин профессиональной и практической подготовки.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов», и служит основой для освоения дисциплин «Технология и оборудование сварки плавлением», «Напряжения и деформации при сварке», «Наплавка и напыление» и других.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-5. Способен учитывать условия эксплуатации деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании	ПК-5.1 Знать: анализ условий эксплуатации деталей и узлов изделий машиностроения предъявляет требования к свойствам применяемых материалов;	Знать: свойства и назначение спецсталей и сплавов; металлургические основы сварки; дефекты сварных соединений и методы их предупреждения; методы расчётов режимов сварки и выбора материалов и технологического оборудования
	ПК-5.2. Уметь: демонстрировать знания влияния технологии получения и обработки деталей и изделий на эксплуатационные свойства готового продукта; ПК-5.3. Владеть: разработкой и документальным оформлением проектов деталей и изделий для конкретных условий эксплуата-	Уметь: выбирать рациональные в технико-экономическом отношении способы сварки спецсталей и сплавов; выбирать необходимые сварочные материалы и оборудование для конкретных сварных узлов;

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
	ции	рассчитывать режимы сварки и термической обработки сварных соединений Владеть: выбора наиболее рационального в конкретных производственных условиях метода и способа сварки, сварочных материалов, режимов сварки, термообработки с целью получения качественного сварного соединения

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочн. форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4,0 зач. ед)	144 (4,0 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	70	8
Лекции	48	8
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	-	-
Лабораторные работы	24	4
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	72	132
Итоговая аттестация	экзамен	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение. Состав и свойства специальных сталей и сплавов. Классификация и область применения этих материалов. Особенности работы сварных конструкций из этих сталей и сплавов.

Тема 2. Влияние легирующих элементов на процессы, протекающие в сталях при нагреве, плавлении, охлаждении, кристаллизации. Влияние легирующих элементов на физические свойства стали. Особенности кристаллизации сварочной ванны. Химическая неоднородность сварного соединения и влияние режима сварки на эту неоднородность.

Тема 3. Свариваемость легированных сталей. Горячие трещины в сварных соединениях, причины образования, методы повышения сопротивляемости

сварных соединений образованию трещин. Холодные трещины, причины образования и методы борьбы с процессом их образования.

Тема 4. Сварка жаропрочных сталей. Особенности сварки сталей, технология сварки и свойства сварных соединений.

Тема 5. Сварка хромистых сталей. Особенности сварки мартенситных, ферритных и мартенситно-ферритных сталей. Технология сварки и свойства сварных соединений. Термообработка сварных швов.

Тема 6. Сварка аустенитных хромоникелевых сталей. Особенности сварки. Трещины в сварных соединениях. Межкристаллитная коррозия. Охрупчивание и поры в сварных швах. Общие рекомендации по сварке аустенитных сплавов. Технология сварки сталей и термообработка сварных соединений.

Тема 7. Сварка разнородных сталей. Образование и строение зоны сплавления, диффузионных прослоек в зоне сплавления. Дефекты сварных соединений. Рекомендации по сварке разнородных сталей.

Тема 8. Сварка сплавов на никелевой основе. Классификация сплавов. Трудности при сварке никелевых сплавов. Транскристаллитность сварных швов. Изменения в зоне термического влияния. Трещины в сварных соединениях. Охрупчивание при эксплуатации. Способы устранения дефектов в сварных соединениях. Технология сварки и свойства сварных соединений.

Тема 9. Основы разработки технологии сварки специальных сталей и сплавов. Определение условий работы. Выбор сварочных материалов. Расчёт режимов сварки и термообработки. Техника сварки.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение. Состав, свойства и классификация специальных сталей и сплавов	5	1
2	Влияние легирующих элементов на физические свойства специальных сталей и сплавов..	5	1
3	Свариваемость легированных сталей.	7	1
4	Сварка жаропрочных сталей	5	1
5	Сварка хромистых сталей.	5	1
6	Сварка аустенитных хромистых сталей	5	1
7	Сварка разнородных сталей.	5	0,5
8	Сварка сплавов на никелевой основе	5	0,5
9	Основы разработки технологии сварки специальных сталей и сплавов.	6	1
ИТОГО:		48	8

4.4. Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены рабочим планом.

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1.	Исследование влияния хрома на жаростойкость сварных швов	4	
2.	Изучение изменений структуры сталей разных классов (15X1M1Ф, 15X5M, 12X18H10T) при сварочном нагреве	4	
3.	Исследование стойкости сплавов к образованию холодных трещин.	3	1
4.	Изучение хладноломкости металла сварных швов	3	1
5.	Определение стойкости сталей к образованию трещин	3	1
6.	Влияние термического цикла сварки на размеры зоны термического влияния.	4	1
7.	Определение критической температуры хрупкости перлитных сталей	3	
ИТОГО:		24	4

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Особенности работы сварных конструкций из специальных сталей и сплавов	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к экзамену	7	12
2	Классификация специальных сталей и сплавов по эксплуатационным характеристикам		7	12
3	Влияние легирующих элементов на процессы, протекающие при нагреве специальных сталей и сплавов		8	15
4	Влияние режима сварки на степень химической неоднородности сварного шва		8	14
5	Термическая обработка сварных соединений		8	14
6	Подход к выбору сварочных материалов для сварки различных сталей и сплавов со специальными свойствами		8	15
7	Общие рекомендации по сварке аустенитных и мартенситных сталей		8	15
8	Химическая неоднородность металла сварного шва		8	15
9	Трещинообразование при сварке		10	20
Итого:			72	132

4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Автоматическое управление сваркой» не предполагаются учебным планом.

5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа.

6. Учебно-методическое информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Шатерин М.А., Технология конструкционных материалов / Под ред. М.А.Шатерина. - СПб. : Политехника, 2012. - 596 с. - ISBN 5-7325-0734-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5732507345.html>
 2. Федосов С.А., Основы технологии сварки / Федосов С.А., Оськин И.Э. - М.: Машиностроение, 2014. - 125 с. - ISBN 978-5-94275-570-6 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942755706.htm>
 3. Абрашин А.В. Сварка специальных сталей и сплавов: Учеб. пособие. – Брянск: БГТУ, 2005. – 116 с.
 4. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки / А.И. Акулов, В.П. Алёхин и др. – М.: Машиностроение, 2003. – 326 с.
 5. Бояршина Л.А. Сварка специальных сталей и сплавов: Учеб. пособие. – Луганск: Изд-во Луганск. нац. ун-та им. В.Даля. - 2019 г. - 72 с.
- ### б) дополнительная литература
6. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т./ Редкол.: Г.А. Николаев (пред.) и др. - М.: Машиностроение, 1978. – Т. 1 / Под ред. Н.А. Ольшанского, 1978. - 504 с., Т.2 / Под ред. А.И.Акулова, 1978, 1978. – 462 с., Т.3 / Под ред. В.А.Винокурова, 1979. - 567 с.
 7. Козлов Р.А. Сварка теплоустойчивых сталей. – Л.: Машиностроение, 1986. – 160 с.

8. Лившиц, Л.С. Металловедение сварки и термическая обработка сварных соединений / Л.С. Лившиц, А.Н. Хакимов. – М.: Машиностроение, 1989. – 338 с.

9. Макаров, Э.Л. Холодные трещины при сварке легированных сталей. – М.: Машиностроение, 1991. – 328 с.

10. Сварка и свариваемые материалы: в 3-х т. Т. 1. Свариваемость материалов: Справ. изд. / под ред. Э.Л. Макарова – М.: Metallurgia, 1991. – 528 с.

11. Сварочные материалы для дуговой сварки: Справ. пособие: в 2-х т., Т.1. Защитные газы и сварочные флюсы / Б.П. Конищев, С.А. Курланов, Н.Н. Потапов и др.; под общ. ред. Н.Н. Потапова. – М.: Машиностроение, 1989. – 544 с.

12. Теория сварочных процессов / Под ред. В.Б. Фролова. – М.: Высш. шк., 1988. – 559 с.

в) Методические указания

1. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Сварка специальных сталей и сплавов» (для студентов, обучающихся по направлению Машиностроение, профиль «Оборудование и технология и сварочного производства» / Сост. Л.А. Бояршина. - Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.Даля, 2018. – 24 с.

г) Интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

ГОСТы и стандарты – <https://standartgost.ru/>

Союз сварщиков России – <https://сварщики-россии.рф/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Сварка специальных сталей и сплавов» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лекционные занятия и лабораторные занятия: демонстрационный материал; аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук), лаборатории кафедры «ОМДиС» оснащенные специализированным оборудованием.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с

доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/
	WinCast	

-

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине

«Сварка специальных сталей и сплавов»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-5	ПК-5. Способен учитывать условия эксплуатации деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании	ПК-5.1. Знать: анализ условий эксплуатации деталей и узлов изделий машиностроения предъявляет требования к свойствам применяемых материалов; ПК-5.2. Уметь: демонстрировать знания влияния технологии получения и обработки деталей и изделий на эксплуатационные свойства готового продукта; ПК-5.3. Владеть: разработкой и документальным оформлением проектов деталей и изделий для конкретных условий эксплуатации	Тема 1. Введение. Состав, свойства и классификация специальных сталей и сплавов	8
				Тема 2. Влияние легирующих элементов на физические свойства специальных сталей и сплавов..	8
				Тема 3. Свариваемость легированных сталей.	8
				Тема 4. Сварка жаропрочных сталей	8
				Тема 5. Сварка хромистых сталей.	8
				Тема 6. Сварка аустенитных хромистых сталей	8
				Тема 7. Сварка разнородных сталей.	8
				Тема 8. Сварка сплавов на никелевой основе	8
				Тема 9. Основы разработки технологии сварки специальных сталей и сплавов	8

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-5. Способен учитывать условия эксплуатации деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании	ПК-5.1 Знать: анализ условий эксплуатации деталей и узлов изделий машиностроения предъявляет требования к свойствам применяемых материалов; ПК-5.2. Уметь: демонстрировать знания влияния технологии получения и обработки деталей и изделий на эксплуатационные свойства готового продукта; ПК-5.3. Владеть: разработкой и документальным оформлением проектов деталей и изделий для конкретных условий эксплуатации	Знать: свойства и назначение спецсталей и сплавов; металлургические основы сварки; дефекты сварных соединений и методы их предупреждения; методы расчётов режимов сварки и выбора материалов и технологического оборудования	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4 Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8 Тема 9	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по лабораторным работам, рефераты, экзамен

Фонды оценочных средств по дисциплине «Сварка спецсталей и сплавов»

Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно):

1. Дать определение высоколегированным сталям и высоколегированным сплавам.
2. По каким показателям классифицируются стали и сплавы с особыми физическими свойствами?
3. Как классифицируются высоколегированные стали и сплавы по системе легирования?
4. Система легирования никелевых и железоникелевых сплавов.
5. Как классифицируются высоколегированные стали и сплавы по структуре?
6. Как определяется структурный класс высоколегированной стали?
7. Назовите структурные составляющие системы Fe–C.

8. Чем отличается аустенит от феррита?
9. Как классифицируются специальные стали по назначению?
10. Как ведут себя при сварке стали мартенситного, ферритного и аустенитного классов и сплавы на никелевой основе?
11. Дать характеристику и примеры сталей мартенситного структурного класса.
12. Что такое хладноломкость и синеломкость сталей мартенситного класса?
13. Как эти механизмы влияют на выбор температуры
14. предварительного подогрева?
15. Каковы условия работы сварных конструкций из
16. теплоустойчивых (ТУ) сталей и сплавов?
17. Какова система легирования теплоустойчивых сталей мартенситного структурного класса? Дать примеры.
18. Основные трудности при сварке ТУ-сталей и сплавов.
19. Какие из легирующих элементов в составе ТУ-сталей образуют в процессе эксплуатации фазу Лавеса, влияющую на прочность стали и сварного соединения??
20. Как обеспечить низкий уровень диффузионного водорода при сварке ТУ-сталей?
21. Каковы причины образования холодных трещин при сварке ТУ-сталей мартенситного структурного класса?
22. Каков принципиальный подход к выбору материалов при сварке ТУ-сталей?
23. Какова система легирования и структура коррозионностойких (КС) сталей. Привести примеры КС-сталей.
24. Что такое коррозия? Назовите виды коррозии.
25. Какие элементы в системе легирования КС-сталей сообщают им окалиностойкость?
26. Каковы свойства и состав КС-сталей?
27. Анализ видов дуговой сварки КС-сталей ферритного класса.
28. Чем обусловлены проблемы при сварке КС-сталей мартенситного класса?
29. С какой целью проводится модифицирование при сварке КС-сталей мартенситного класса?
30. Что такое жаропрочные стали?
31. Каковы условия работы жаропрочных сталей?
32. Дайте характеристику и примеры марок жаропрочных сталей.
33. . Что такое хладостойкие стали? Дать примеры.
34. Классификация высоколегированных сталей и сплавов по системе упрочнения.
35. Как влияют легирующие элементы на физические свойства сталей?
36. Классификация высоколегированных сталей и сплавов по применению.
37. Какими несовершенствами характеризуется сварное соединение?

38. Каково влияние легирующих элементов на процессы, протекающие в сталях при нагреве?
39. Как влияют легирующие элементы на структурные превращения при сварке?
40. Что такое химическая неоднородность сварного соединения?
41. Как режим сварки влияет на степень химической неоднородности сварного шва?
42. Каковы методы повышения сопротивляемости сварных соединений образованию горячих трещин?
43. Назовите способы повышения сопротивляемости сварных соединений легированных сталей холодным трещинам.
44. Какие способы применяются для повышения сопротивляемости сварных соединений образованию горячих трещин?
45. Как влияет химический состав металла шва на процесс образования горячих трещин?
46. Что такое холодные трещины?
47. Какие факторы способствуют образованию холодных трещин?
48. Для чего применяют предварительный подогрев металла?
49. Какой вид термообработки позволяет повысить вязкость сварного соединения?
50. Какие стали называют жаропрочными?
51. Назовите основные трудности при сварке жаропрочных сталей.
52. Какие требования предъявляются к сварочным материалам при сварке жаропрочных сталей?
53. Какие меры применяют для уменьшения содержания водорода в металле шва?
54. Что такое "отдых" сварных соединений, когда и с какой целью его применяют?
55. Каковы общие рекомендации при сварке хромистых сталей?
56. Назовите основную трудность при сварке хромистых сталей и укажите, как с ней бороться.
57. Какие трудности возникают при сварке мартенситно-ферритных сталей?
58. Назовите основные трудности при сварке ферритных сталей.
59. Пути повышения стойкости ферритных сталей против МКК.
60. Как влияет скорость охлаждения на структуру аустенитных сталей?
61. Как избежать появления горячих трещин в сварных соединениях аустенитных сталей?
62. Что такое струйный перенос металла?
63. В чём преимущество импульсно-дуговой сварки?
64. В каких случаях применяют сварку разнородных металлов?
65. В чём преимущества сварки разнородных сталей?
66. Каково строение зоны сплавления при сварке разнородных сталей?
67. Какова роль диффузионных прослоек при сварке разнородных сталей?

68. Каковы основные принципы получения сварных соединений из разнородных сталей?
69. Какие дефекты имеют место при сварке разнородных сталей?
70. В каких случаях применяют сварку разнородных сталей?
71. Какая термообработка и в каких случаях назначается после сварки разнородных сталей?
72. Какими свойствами обладают никелевые сплавы?
73. Назовите трудности при сварке никелевых сплавов.
74. Как предотвратить возможность образования горячих трещин в никелевых сплавах?

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
комбинированный контроль усвоения теоретического материала**

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Задания по лабораторным работам:

1. Исследование влияния хрома на жаростойкость сварных швов
2. Изучение изменений структуры сталей разных классов (15X1M1Ф, 15X5M, 12X18H10T) при сварочном нагреве
3. Исследование стойкости сплавов к образованию холодных трещин.
4. Изучение хладноломкости металла сварных швов
5. Определение стойкости сталей к образованию трещин
6. Влияние термического цикла сварки на размеры зоны термического влияния.
7. Определение критической температуры хрупкости перлитных сталей

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
задания по лабораторным работам**

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
зачтено	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих

	суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
незачтено	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Темы рефератов:

1. Особенности работы сварных конструкций из специальных сталей и сплавов
2. Классификация специальных сталей и сплавов по эксплуатационным характеристикам
3. Влияние легирующих элементов на процессы, протекающие при нагреве специальных сталей и сплавов
4. Влияние режима сварки на степень химической неоднородности сварного шва
5. Термическая обработка сварных соединений
6. Подход к выбору сварочных материалов для сварки различных сталей и сплавов со специальными свойствами
7. Общие рекомендации по сварке аустенитных и мартенситных сталей
8. Химическая неоднородность металла сварного шва
9. Трещинообразование при сварке

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – *реферат*

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
зачтено	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
незачтено	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Вопросы к экзамену:

1. По каким показателям классифицируются стали и сплавы?
2. Перечислите структурные составляющие системы Fe–C.
3. Чем отличается аустенит от феррита?
4. Как специальные стали классифицируются по назначению?
5. Каким образом определяется принадлежность стали к структурному классу?
6. Какие формы нестабильности структуры наблюдаются в сталях под действием длительных нагревов?
7. Когда в сталях наблюдается межзеренная деформация?
8. Какими несовершенствами характеризуется сварное соединение?
9. Как распределяются легирующие элементы между ферритом и кар-

бидами?

10. Как влияют легирующие элементы на положение критических точек?
11. Как влияют легирующие элементы на положение С-образной кривой изотермического распада аустенита?
12. Как влияют легирующие элементы на физические свойства сталей?
13. Дайте определение критической температуры хрупкости.
14. Что влияет на кристаллизацию металла сварочной ванны?
15. Как можно регулировать первичную структуру сварного шва?
16. Как влияет режим сварки на степень внутрикристаллической ликвации?
17. Какими факторами определяется сопротивляемость сварного соединения образованию горячих трещин?
18. Какие способы применяются для повышения сопротивляемости сварных соединений образованию горячих трещин?
19. Как влияет химический состав металла шва на процесс образования горячих трещин?
20. Как можно изменить темп деформаций при сварке и пластичность металла шва?
21. Что такое холодная трещина?
22. Какие факторы способствуют образованию холодных трещин?
23. Для чего применяют предварительный подогрев металла?
24. Какой вид термообработки позволяет повысить вязкость сварного соединения?
25. Какие перлитные стали называют жаропрочными?
26. Назовите основные трудности при сварке перлитных жаропрочных сталей.
27. Какие требования предъявляются к сварочным материалам?
28. Какие меры применяют для уменьшения содержания водорода в металле шва?
29. Что такое "отдых" сварных соединений, когда и с какой целью его применяют?
30. Каковы общие рекомендации при сварке хромистых сталей?
31. Назовите основную трудность при сварке хромистой стали и укажите, как с ней бороться.
32. Какие трудности возникают при сварке мартенситно-ферритных сталей?
33. Назовите основные трудности при сварке ферритных сталей.
34. Пути повышения стойкости ферритных сталей против МКК.
35. Почему аустенитные хромоникелевые стали называют металлом атомного века?
36. Как влияет скорость охлаждения на структуру аустенитных сталей?
37. Как избежать появления горячих трещин в сварных соединениях аустенитных сталей?
38. Как уменьшить темп деформаций при сварке?

39. Как можно повысить пластичность металла шва?
40. Для чего в аустенитные стали вводят вторую фазу?
41. Пути устранения МКК в металле шва и околошовной зоне.
42. С какой целью в сварочную ванну вводят твёрдый присадочный материал?
43. Что такое струйный перенос металла?
44. В чём преимущество импульсно-дуговой сварки?
45. В каких случаях применяют сварку разнородных металлов?
46. Как влияет содержание никеля в металле аустенитного шва на ширину хрупких мартенситных прослоек?
47. Что означает понятие "реактивная диффузия"?
48. Как снижается миграция углерода в сварных соединениях?
49. Какими свойствами обладают никелевые сплавы?
50. Назовите трудности при сварке никелевых сплавов.
51. Как предотвратить возможность образования горячих трещин в никелевых сплавах?
52. Какие изменения структуры наблюдаются в ЗТВ?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – экзамен

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков

Дисциплина «Сварка спецсталей и сплавов» предусматривает лабораторные занятия, реферат и самостоятельную работу студентов.

Текущий контроль осуществляется в процессе проведения лабораторных занятий, выполнения реферата, используя приведенные выше способы оценивания освоения дисциплины по усмотрению преподавателя и в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины.

Промежуточный контроль осуществляется в соответствии с графиком учебного процесса в письменной форме.

Форма листа изменений и дополнений, внесенных в ФОС

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)