

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)

Могильная Е.П.

« 18 » 04 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ТЕОРИЯ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ»

По направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение

Профиль: «Оборудование и технология сварочного производства»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория сварочных процессов» по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение. – ___ с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория сварочных процессов» 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 А.С.С. 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 – формирование основ знаний и методологии инженерного творчества в производственной деятельности инженера-сварщика, приобретение студентами системы знания теоретических и практических навыков по основным вопросам сварки: механизму образования сварного соединения при различных методах сварки, сущности физико-химических, металлургических, термодиформационных процессов.

Задачи: овладение принципами и методами активизации инженерного творчества в изучении физических основ электрического дугового разряда и недуговых источников энергии; физико-химических процессов в дуговом разряде; особенностей металлургических процессов при различных видах сварки; термодиформационных процессов и превращений в металлах при сварке.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Теория сварочных процессов» относится к циклу дисциплин профессиональной и практической подготовки.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Введение в инженерную деятельность», «Математика», «Физика», «Химия», «Технология конструкционных материалов», «Материаловедение», «Прикладная термодинамика», «Информатика и информационные технологии» и служит основой для освоения дисциплин «Технология и оборудование сварки плавлением», «Напряжения и деформации при сварке», «Свариваемость конструкционных материалов», «Наплавка и напыление», «Сварка специальных сталей и сплавов», «Плазменное нанесение покрытий», «Сварка разнородных сталей и сплавов» и «Перспективные методы сварки».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-1. Способен разрабатывать производственную документацию, обеспечивающую технологичность изделий и процессов их изготовления	ПК-1.1. Знать: конструкторскую документацию на сварную конструкцию с целью определения технологичности ее производства, доступности и последовательности выполнения сварных швов;	знать: современные способы получения неразъемных монолитных соединений – сварки;
	ПК-1.2. Уметь: демонстрировать знания способов сварки и применять требования единой системы технологической документации, порядка и методов планирования технической и технологической подготовки производства при выпол-	уметь: объяснять физико-химические процессы, имеющие место при осуществлении различных сварочных процессов;
		владеть навыками: выбора наиболее рационального в конкретных производственных условиях метода и способа сварки, разработки технологического процесса изготовления изделия с по-

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
	нения сварочных работ; ПК-1.3. Владеть: разрабатывать и оформлять комплект технологической документации для производства сварных конструкций	мощью сварки.

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)	216 (6,0 зач. ед)		216 (6,0 зач. ед)	
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	85	51	14	12
в том числе:	4	5	4	5
Лекции	34	34	6	8
Семинарские занятия	-	-	-	-
Практические занятия	17	-	2	4
Лабораторные работы	34	17-	4	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	-	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	23	57	96	96
Итоговая аттестация	зачет	экзамен	зачет	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение. История, состояние и перспективы развития сварочной науки и техники. Области применения. Вклад советской украинской и российской сварочной научной школы. Цель и задачи курса.

Тема 2. Физические основы и классификация процессов при сварке.

Виды элементарных связей в твердых и монолитных телах. Механизм образования монолитных соединений твердых тел. Двухстадийность процесса сварки и энергия активации. Виды энергии активации. Сварка в жидкой и твердой фазах. Пайка и склеивание. Физико-химические особенности получения сварных, паяных и клеевых соединений.

Тема 3. Термодинамика и баланс энергии процессов сварки.

Термодинамическое определение процесса сварки. Типовой баланс энергии и КПД сварочных процессов. Классификация сварочных процессов по различным признакам. Оценка энергетической эффективности процессов сварки. Требования к источникам энергии для сварочных процессов.

Тема 4. Физико-химические процессы в дуговом разряде.

Проводимость твердых тел и жидкостей (проводники, полупроводники, жидкости-электролиты). Электрический разряд в газах. Проводимость газов. Виды газового разряда. Характерные признаки дугового разряда. Способы возбуждения дугового разряда. Строение дуги. ВАХ дуги.

Тема 5. Элементы термодинамики плазмы.

Электронная и ионная температуры. Уравнение Саха. Эффективный потенциал ионизации. Явления переноса, баланс энергии и температура в столбе дуги. Электропроводность плазмы дуги. Саморегулирование столба дуги. Температура дуги. Приэлектродные области дугового разряда. Эмиссионные процессы. Виды эмиссии (термоэлектронная, автоэлектронная, фотоэлектронная, вторичная).

Тема 6. Магнитогидродинамика сварочной дуги. Магнитное поле дуги. Магнитное поле сварочного контура. Действие ферромагнитных масс (магнитное дутье). Внешнее магнитное поле и дуга: продольное поле, поперечное поле, вращающаяся дуга. Перенос металла в дуге: виды металлопереноса и анализ сил, влияющих на него. Импульсное управление переносом металла в дуге.

Тема 7. Термические недуговые источники энергии.

Электроннолучевые и фотоннолучевые (лазеры) источники: основные физические характеристики, принципиальные схемы, классификация, достоинства и недостатки, области применения. Газопламенные источники. Электрошлаковая ванна. Термитная сварка.

Тема 8. Прессовые и механические сварочные процессы.

Прессовые процессы: способы термопрессовой сварки (контактная, ТВЧ), кузнечная сварка. Механические процессы: прессово-механический контакт и холодная сварка, трущийся контакт и сварка трением, ударный контакт и сварка взрывом.

Тема 9. Металлургические процессы при сварке плавлением.

Особенности металлургических процессов при сварке плавлением: окисление, насыщение металла газами, загрязнение вредными примесями, выгорание углерода.

Окисление. Понятие окисления. Взаимодействие металлов с кислородом с позиции термодинамики (упругость диссоциации, температура диссоциации, константа равновесия). Окисление металлов при сварке в растворах.

Система железо-кислород. Факторы, инициирующие протекание процессов окисления при сварке.

Тема 10. Раскисление металлов при сварке.

Раскисление осаждением. Раскисление марганцем. Раскисление другими раскислителями. Относительная сила раскислителей. Закон Стокса. Диффузионное раскисление, закон Нернста. Пирометаллургия.

Тема 11. Поглощение газов металлами при сварке и их влияние на свойства сварных соединений.

Поведение азота (окисление, диссоциация, химическое взаимодействие). Азот как критерий качества защиты сварочной ванны.

Водород. Растворимость, уравнение Сиверта, изобары растворимости. Влияние водорода на свойства сварных соединений из стали, титана, меди,

алюминия и их сплавов. Пути снижения влияния водорода на свойства сварных соединений.

Тема 12. Взаимодействие металлов со шлаками.

Определение шлаков, назначение. Главные компоненты шлаковых систем (кислотные окислы, основные, амфотерные, нейтральные соли), их взаимодействие и поведение при сварке. Диаграммы плавкости шлаков.

Классификация шлаков. Рафинирование. Извлечение серы. Извлечение фосфора.

Тема 13. Особенности металлургических процессов при автоматической сварке под флюсом.

Схема процесса. Флюсы, их классификация по различным признакам. Плавные и керамические флюсы, их производство. Электродная проволока для сварки под флюсом. Металлургические процессы в высоко- и низкотемпературной зонах сварочной ванны. Изменение состава металла шва в зависимости от режима сварки, исходного состава металла и состава флюса. Особенности металлургических процессов при электрошлаковой сварке.

Тема 14. Металлургические процессы при сварке в среде защитных газов.

Технологические свойства газов. Особенности металлургических процессов при сварке в среде инертных газов. Сварка сталей различных классов. Сварка алюминиевых и магниевых сплавов. Сварка титана и его сплавов.

Особенности металлургических процессов при сварке в среде активных газов. Сварка в CO_2 . Сварка порошковой проволокой. Сварка под водой.

Сварка в парах воды. Вакуумная защита сварочной ванны.

Тема 15. Термодеформационные процессы при сварке.

Понятие о сварочных деформациях и напряжениях. Свойства металлов при температурах сварочного термического цикла. Характер распределения временных деформаций и напряжений при сварке.

Тема 16. Образование сварных соединений и формирование первичной структуры металла шва.

Понятие свариваемости. Общие положения теории кристаллизации. Особенности кристаллизации чистых металлов. Кристаллизация сплавов. Особенности кристаллизации и формирования первичной структуры металла шва. Дефекты кристаллической решетки в металлах при сварке. Влияние факторов на развитие физической неоднородности.

Тема 17. Горячие трещины при сварке.

Природа образования горячих трещин при сварке. Виды горячих трещин. Способы оценки сопротивляемости сплавов образованию горячих трещин при сварке. Методы повышения сопротивляемости сварных соединений образованию горячих трещин.

Тема 18. Фазовые и структурные превращения в металлах при сварке.

Характерные зоны сварных соединений. Виды превращений в металле сварных соединений. Фазовые и структурные превращения при сварке сталей. Хрупкое разрушение металла сварных соединений. Превращения в шве и основном металле при охлаждении.

Тема 19. Холодные трещины в сварных соединениях.

Природа и механизм образования холодных трещин. Способы оценки склонности металла сварных соединений к холодным трещинам. Способы повышения сопротивляемости сварных соединений легированных сталей холодным трещинам. Трещины повторного нагрева.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение. История, состояние и перспективы развития сварочной науки и техники. Вклад украинской сварочной школы. Цель и задачи курса.	3	0,5
2	Физические основы и классификация процессов при сварке. Виды элементарных связей в твердых и монокристаллических телах. Механизм образования монокристаллических соединений твердых тел. Двухстадийность процесса сварки и энергия активации. Виды энергии активации. Сварка в жидкой и твердой фазах. Пайка и склеивание. Физико-химические особенности получения сварных, паяных и клеевых соединений.	4	0,5
3	Термодинамика и баланс энергии процессов сварки. Термодинамическое определение процесса сварки. Типовой баланс энергии и КПД сварочных процессов. Классификация сварочных процессов по различным признакам. Оценка энергетической эффективности процессов сварки. Требования к источникам энергии для сварочных процессов.	4	1
4	Физико-химические процессы в дуговом разряде. Проводимость твердых тел и жидкостей (проводники, полупроводники, жидкости-электролиты). Электрический разряд в газах. Проводимость газов. Виды газового разряда. Характерные признаки дугового разряда. Способы возбуждения дугового разряда. Строение дуги. ВАХ дуги.	4	0,5
5	Элементы термодинамики плазмы. Электронная и ионная температуры. Уравнение Саха. Эффективный потенциал ионизации. Явление переноса, баланс энергии и температура в столбе дуги. Электропроводность плазмы дуги. Саморегулирование столба дуги. Температура дуги. Приэлектродные области дугового разряда. Эмиссионные процессы в дуговом промежутке. Виды эмиссии (термоэлектронная, автоэлектронная, фотоэлектронная, вторичная).	4	1
6	Магнитогидродинамика сварочной дуги. Магнитное поле дуги. Магнитное поле сварочного контура. Действие ферромагнитных масс (магнитное дутье). Внешнее магнитное поле и дуга: продольное поле, поперечное поле, вращающаяся дуга. Перенос металла в дуге: виды металлопереноса и анализ сил, влияющих на него. Импульсное управление переносом металла в дуге.	4	1
7	Термические недуговые источники энергии.	3	0,5

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
	Электроннолучевые и фотоннолучевые (лазеры) источники: основные физические характеристики, принципиальные схемы, классификация, достоинства и недостатки, области применения. Газопламенные источники. Электрошлаковая ванна. Термитная сварка.		
8	Прессовые и механические сварочные процессы. Прессовые процессы: способы термопрессовой сварки (контактная, ТВЧ), кузнечная сварка. Механические процессы: прессово-механический контакт и холодная сварка, трущийся контакт и сварка трением, ударный контакт и сварка взрывом.	3	0,5
9	Металлургические процессы при сварке плавлением. Особенности металлургических процессов при сварке плавлением (окисление, насыщение металла газами, загрязнение вредными примесями, выгорание углерода). Окисление. Понятие окисления. Взаимодействие металлов с кислородом с позиции термодинамики (упругость диссоциации, температура диссоциации, константа равновесия). Окисление металлов при сварке в растворах. Система железо-кислород. Факторы, инициирующие протекание процессов окисления при сварке.	4	1
10	Раскисление металлов при сварке. Раскисление осаждением. Раскисление марганцем. Раскисление другими раскислителями. Относительная сила раскислителей. Закон Стокса. Диффузионное раскисление, закон Нернста. Пирометаллургия.	3	0,5
11	Поглощение газов металлами при сварке и их влияние на свойства сварных соединений. Поведение азота (окисление, диссоциация, химическое взаимодействие). Азот как критерий качества защиты сварочной ванны. Водород. Растворимость, уравнение Сиверта, изобары растворимости. Влияние водорода на свойства сварных соединений из стали, титана, меди, алюминия и их сплавов. Пути снижения влияния водорода на свойства сварных соединений.	4	1
12	Взаимодействие металлов со шлаками. Определение шлаков, назначение. Главные компоненты шлаковых систем (кислотные окислы, основные, амфотерные, нейтральные соли), их взаимодействие и поведение при сварке. Диаграммы плавкости шлаков. Классификация шлаков. Рафинирование. Извлечение серы. Извлечение фосфора.	3	1
13	Особенности металлургических процессов при автоматической сварке под флюсом. Схема процесса. Флюсы, их классификация по различным	4	1

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
	признакам. Плавленные и керамические флюсы, их производство. Электродная проволока для сварки под флюсом. Металлургические процессы в высоко- и низкотемпературной зонах сварочной ванны. Изменение состава металла шва в зависимости от режима сварки, исходного состава металла и состава флюса. Особенности металлургических процессов при сварке под керамическим флюсом. Особенности металлургических процессов при электрошлаковой сварке.		
14	Металлургические процессы при сварке в среде защитных газов. Технологические свойства газов. Особенности металлургических процессов при сварке в среде инертных газов, сварка сталей различных классов, сварка алюминиевых и магниевых сплавов. Сварка титана и его сплавов. Особенности металлургических процессов при сварке в среде активных газов. Сварка в CO ₂ . Сварка порошковой проволокой. Сварка под водой. Сварка в парах воды. Вакуумная защита сварочной ванны.	3	1
15	Термодеформационные процессы при сварке. Понятие о сварочных деформациях и напряжениях. Свойства металлов при температурах сварочного термического цикла. Характер распределения временных деформаций и напряжений при сварке.	3	0,5
16	Образование сварных соединений и формирование первичной структуры металла шва. Понятие свариваемости. Общие положения теории кристаллизации. Особенности кристаллизации чистых металлов. Кристаллизация сплавов. Особенности кристаллизации и формирования первичной структуры металла шва. Дефекты кристаллической решетки в металлах при сварке. Влияние факторов на развитие физической неоднородности.	4	1
17	Горячие трещины при сварке. Природа образования горячих трещин при сварке. Виды горячих трещин. Способы оценки сопротивляемости сплавов образованию горячих трещин при сварке. Методы повышения сопротивляемости сварных соединений образованию горячих трещин.	3	0,5
18	Фазовые и структурные превращения в металлах при сварке. Характерные зоны сварных соединений. Виды превращений в металле сварных соединений. Фазовые и структурные превращения при сварке сталей.	4	0,5

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
	Хрупкое разрушение металла сварных соединений. Превращения в шве и основном металле при охлаждении.		
19	Холодные трещины в сварных соединениях. Природа и механизм образования холодных трещин. Способы оценки склонности металла сварных соединений к холодным трещинам. Способы повышения сопротивляемости сварных соединений легированных сталей холодным трещинам. Трещины повторного нагрева.	4	0,5
Итого:		68	14

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Термическая ионизация в плазме электрического дугового разряда. Понятие электрической сварочной дуги. Ионизация в плазме дугового разряда, ее смысл и значение. Потенциал ионизации. Уравнение Саха. Решение задач на определение величины степени ионизации в зависимости от температуры и давления в столбе дуги.	6	1
2	Эффективный потенциал ионизации Понятие эффективного потенциала ионизации. Формула Семенов-Фролова. Решение задач на определение эффективного потенциала ионизации для различных смесей паров и газов.	6	1
3	Влияние различных компонентов на величину эффективного потенциала ионизации и стабильность горения дуги. Определение влияния изменения концентрации легкоионизируемого компонента в составе газовой смеси на величину эффективного потенциала ионизации. Решение задач.	6	0,5
4	Эмиссионные процессы в плазме дугового разряда. Расчет эффективного радиуса столба дуги, средней плотности и напряженности электрического поля столба дуги. Решение задач.	4	0,5
5	Температура столба дуги Расчетное определение температуры столба различных дуг: при ручной дуговой сварке плавящимся электродом, при сварке под флюсом и при сварке неплавящимся электродом. Решение задач.	4	0,5
6	Определение плотности эмиссионного тока Определение плотности тока термоэлектронной и автоэлек-	4	0,5

	тронной эмиссии при различных параметрах процессов сварки.		
7	Определение давления в столбе дуги и температуры капель электродного металла Решение задач на заданную тему	4	-
Итого:		34	4

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	2	3	4
1.	Исследование дугового разряда между неплавящимися электродами.	4	-
2.	Исследование влияния компонентов электродных покрытий и параметров режима на стабильность горения дуги.	4	2
3.	Перенос электродного металла при электродуговой сварке плавящимся электродом.	4	-
4.	Исследование порообразования при автоматической сварке сталей.	4	2
5.	Влияние легирующих элементов на механические характеристики шва.	4	-
6.	Влияние термического цикла сварки на размеры зоны термического влияния.	4	-
7.	Исследование стойкости сплавов к образованию холодных трещин.	5	1
8.	Горячие трещины при сварке.	5	1
Итого:		34	6

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Тепловые процессы при сварке	Выполнение курсового проекта	25	40
2	Технологические особенности различных сварочных дуг и их применение	Самостоятельный поиск, анализ, структурирование и изучение информации по заданным темам. Подготовка к зачету/экзамену	6	14
3	Плазменные дуги . Изучение конструкции плазмотронов различного действия		8	20
4	Изучение металлургических процессов при сварке толстопокрытыми электродами		8	18
5	Порообразование при производстве сварочных работ		6	12
6	Подход к выбору материалов для различных видов сварки		6	12
7	Изучение основных металлургических процессов в сварочной ванне: раскис-		6	28

	ления, рафинирования, легирования			
8	Химическая неоднородность металла сварного шва		5	12
9	Трещинообразование при сварке		10	36
Итого:			80	192

4.7. Курсовые проекты

Учебным планом предусмотрено выполнение курсовой работы на тему «Моделирование процессов распространения теплоты в свариваемых изделиях с целью определения расчётным путём параметров термического цикла сварки и построение температурных полей». Структура курсовой работы:

1. Анализ заданной конструкции или типа сварного соединения и выбор расчётной схемы.
2. Выбор типа источника теплоты и определение эффективной тепловой мощности источника.
3. Расчёт нагрева основного металла.
4. Расчёт нагрева присадочного металла.
5. Построение графических зависимостей термического цикла сварки, температурного поля и распределения максимальных температур.

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 и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Неровный В.М., Теория сварочных процессов : учебник для вузов / В.М. Неровный - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. - 702 с. -

ISBN 978-5-7038-4543-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703845431.html>

2. Дедюх Р.И. Теория сварочных процессов. Превращения в металлах при сварке [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дедюх Р.И.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2012.— 155 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55210.html>.— ЭБС «IPRbooks»

3. Теоретические основы сварки / Под. ред В.В. Фролова . Учебн. пособие для студентов вузов специальности «Оборудование и технология сварочного производства. – М.: Высш. шк., 1970 – 592 с.

б) дополнительная литература

1. Петров Г.А., Тумарев А.С. Теория сварочных процессов: Учебник. – 2-е изд. перераб. – М.: Высш. шк., 1977. – 339 с.

2. Багрянский К.В., Добротина З.А., Хренов К.К. Теория сварочных процессов: Учебник. - 2-е изд. перераб. – К.: Высш. шк., 1976. – 424 с.

3. Кох В.А. Основы термодинамики металлургических процессов сварки: Учебн. пособие/ Л.: Судостроение, 1975. – 236 с.

4. Ерохин А.А. Основы сварки плавлением / М.: Машиностроение, 1978. – 447 с.

5. Лившиц Л.С. Металловедение для сварщиков / М.: Машиностроение, 1979. - 243 с.

6. Лесков Г.И. Электрическая сварочная дуга. -Машиностроение, 1970. - 333 с.

7. Подгаецкий В.В., Люборец И.И. Сварочные флюсы. - К.: Техника, 1984. - 167

8. 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. – 462 с., Т.3 / Под ред. В.А.Винокурова, 1979. - 567 с.

9. Новожилов Н.М. Основы дуговой сварки в газах. - М.: Машиностроение, 1979. - 239 с.

10. Шиллер З., Гайзич У., Панцер З. Электронно-лучевая технология. - М.: Энергия, 1980. - 528 с.

11. Махненко В.И. Расчётные методы исследования кинетики сварочных напряжений и деформаций. -К.: Наукова думка, 1976. - 320 с.

12. Волченко В.Н. Источники энергии сварочных процессов. - М.: Машиностроение, 1971. - 75 с.

13. Голубев В.С., Лебедев Ф.В. Физические основы технологических лазеров. М.: Высш. шк., 1987. – 191 с.

в) методические указания

1. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Теория процессов сварки» (для студентов, обучающихся по направлению 15.03.01 Машиностроение, профиль – «Оборудование и технология сва-

точного производства»)/Сост. Л.А. Бояршина. – Луганск: Изд-во Луганского нац. ун-та им. В. Даля, 2018. – 23 с.

2. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Теория сварочных процессов» (для студентов специальности «Технология и оборудование сварки») /Сост. Л.А. Бояршина. – Луганск: Изд-во Луганского нац. ун-та им. В. Даля, 2017. – 34 с.

3. Методические указания к лабораторным работам (1 – 4) по дисциплине «Теория сварочных процессов» (для студентов, обучающихся по направлению «Сварка», специальность 7.092303) /Сост. Л.А. Бояршина. - Луганск: Изд-во Луганского нац. ун-та им. В. Даля, 2018. – 25 с.

4. Методические указания к лабораторным работам (5 – 8) по дисциплине «Теория сварочных процессов» (для студентов, обучающихся по направлению «Сварка», специальность 7.092303) /Сост. Л.А. Бояршина. - Луганск: Изд-во Луганского нац. ун-та им. В. Даля, 2018. – 25 с.

5. Методические указания к проведению практических занятий по дисциплине «Теория сварочных процессов» (для студентов, обучающихся по направлению «Сварка», специальность 7.092303) /Сост. Л.А. Бояршина. - Луганск: Изд-во Луганского нац. ун-та им. В. Даля, 2016. – 28 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 «Теория процессов сварки» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лекционные занятия, практические 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

«Теория сварочных процессов»

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-1	ПК-1. Способен разрабатывать производственную документацию, обеспечивающую технологичность изделий и процессов их изготовления	ПК-1.1. Знать: конструкторскую документацию на сварную конструкцию с целью определения технологичности ее производства, доступности и последовательности выполнения сварных швов; ПК-1.2. Уметь: демонстрировать знания способов сварки и применяет требования единой системы технологической документации, порядка и методов планирования технической и технологической подготовки производства при выполнении сварочных работ; ПК-1.3. Владеть: разрабатывать и оформлять комплект технологической документации для производства сварных конструкций	Тема 1. Введение.	4
				Тема 2. Физические основы и классификация процессов при сварке.	4
				Тема 3. Термодинамика и баланс энергии процессов сварки.	4
				Тема 4. Физико-химические процессы в дуговом разряде.	4
				Тема 5. Элементы термодинамики плазмы.	4
				Тема 6. Магнитогидродинамика сварочной дуги. Магнитное поле дуги. Тема 7. Термические недуговые источники энергии.	4
				Тема 8. Прессовые и механические сварочные процессы.	4
				Тема 9. Металлургические процессы при сварке плавлением.	5
				Тема 10. Раскисление металлов при сварке.	5
				Тема 11. Поглощение газов металлами при сварке и их влияние на свойства сварных соединений.	5
				Поведение азота (окисление, диссоциация, химическое	5
				Тема 12. Взаимодействие металлов со шлаками.	5
				Тема 13. Особенности	5

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые Темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
				металлургических процессов при автоматической сварке под флюсом.	
				Тема 14. Металлургические процессы при сварке в среде защитных газов.	5
				Тема 15. Термодеформационные процессы при сварке.	5
				Тема 16. Образование сварных соединений и формирование первичной структуры металла шва.	5
				Тема 17. Горячие трещины при сварке.	5
				Тема 18. Фазовые и структурные превращения в металлах при сварке.	5
				Тема 19. Холодные трещины в сварных соединениях.	5

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-1. Способен разрабатывать производственную документацию, обеспечивающую технологичность изделий и процессов их изготовления	ПК-1.1. Знать: конструкторскую документацию на сварную конструкцию с целью определения технологичности ее производства, доступности и последовательности выполнения сварных швов; ПК-1.2. Уметь: демонстрировать знания способов сварки и применяет требования единой си-	Знать: задачи в области сварки, для решения которых целесообразно использовать персональные компьютеры, и перспективы такого применения; основные возможности КОМПАС-ГРАФИК, AutoCAD, MathCAD и Ms Excel при выполнении графических и расчетных работ; - правила	Тема.1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Тема 12, Тема 13, Тема 14, Тема 15,	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по практическим занятиям, по лабораторным работам, курсовая работа, зачет /экзамен

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
		системы технологической документации, порядка и методов планирования технической и технологической подготовки производства при выполнении сварочных работ; ПК-1.3. Владеть: разрабатывать и оформлять комплект технологической документации для производства сварных конструкций	эксплуатации персональных компьютеров; способы получения эффективной помощи при работе с программными продуктами; основное назначение компьютерных технологий, области применения, основные возможности наиболее активно эксплуатирующийся в отечественном машиностроении информационных систем; основные сведения о PLM - системах, CALS-технологиях, CAD/CAM/CAE-системах; методику выполнения 3D-модели детали с помощью операций вращения, выдавливания, кинематической, «по сечениям»; методику построения сборочной единицы с формированием спецификации; нормативные материалы по заполнению технологических карт операций.	Тема 16 Тема 17, Тема 18, Тема 19	

**Фонды оценочных средств по дисциплине
«Теория процессов сварки»**

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

1. История, состояние и перспективы развития сварочной науки и техники.
2. Вклад российской и украинской сварочной школы.
3. Механизм образования монолитного соединения при сварке.
4. Виды элементарных связей в твердых телах и монолитных соединениях.

5. Физико-химические особенности получения сварных и паяных соединений. Сварка в жидкой и твердой фазах.
6. Классификация процессов сварки.
7. Термические процессы сварки.
8. Механические сварочные процессы.
9. Термомеханические процессы сварки: схемы, области применения.
10. Физико-химические процессы в дуговом разряде.
11. Проводимость твердых тел жидкостей и газов.
12. Электрический разряд в газах. Виды разряда в газах.
13. ВАХ электрического разряда в газах.
14. Элементарные процессы в плазме дуги.
15. Элементы термодинамики плазмы.
16. Явления переноса, баланс энергии и температура в столбе дуги.
17. Приэлектродные области дугового разряда.
18. Магнитогидродинамика сварочной дуги: Собственное магнитное поле дуги. Пинч-эффект.
19. Внешнее магнитное поле и дуга.
20. Перенос металла в сварочной дуге. Виды переноса.
21. Сварочные дуги переменного тока.
22. Сварочные дуги с плавящимся электродом.
23. Сварочные дуги с неплавящимся электродом.
24. Плазменные сварочные дуги.
25. Термические недуговые источники энергии.
26. Электронно-лучевые источники.
27. Фотонно-лучевые источники.
28. Газовое пламя.
29. Электрошлаковая сварка.
30. Прессовые и механические сварочные процессы
31. Основные теплофизические понятия и определения.
32. Закон теплопроводности Фурье.
33. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
34. Схематизация нагреваемых тел в тепловых расчетах.
35. Схемы сварочных источников теплоты и их классификация.
36. Основные упрощения, принимаемые в расчетах тепловых процессов при сварке.
37. Мгновенные источники теплоты.
38. Непрерывно действующие неподвижные источники.
39. Подвижные источники теплоты.
40. Периоды теплонасыщения и выравнивания температур при нагреве движущимися источниками теплоты.
41. Мощные быстро движущиеся источники теплоты.
42. Влияние режима сварки и теплофизических свойств металла на поле температур.
43. Определение ширины зоны нагрева.
44. Термический цикл сварки и его основные характеристики.

45. Максимальные температуры и способы их определения.
46. Определение мгновенной скорости охлаждения после сварки.
47. Нагрев тел вращения.
48. Особенности металлургических процессов при сварке плавлением.
49. Понятие окисления. Система железо-кислород. Пути попадания кислорода в зону сварки.
50. Раскисление металла сварочной ванны при различных способах сварки.
51. Методы раскисления сварочной ванны.
52. Рафинирование металла сварочной ванны при различных способах сварки плавлением.
53. Легирование металла сварочной ванны при различных способах сварки плавлением.
54. Взаимодействие металла сварочной ванны со шлаками.
55. Главные компоненты шлаковых систем.
56. Основные требования, предъявляемые к шлаковым фазам.
57. Определение шлаков и их главные функции.
58. Классификация сварочных шлаков.
59. Нейтральные соли и их роль в составе шлаковых систем.
60. Амфотерные оксиды и их взаимодействие с другими компонентами шлаковой системы.
61. Основные и кислые оксиды в составе шлаковой фазы и их взаимодействие при сварке плавлением.
62. Роль водорода в металлургических процессах сварки плавлением.
63. Поглощение газов различными металлами при сварке.
64. Влияние водорода на свойства сварных соединений из стали.
65. Пути снижения влияния водорода на свойства сварных соединений.
66. Металлургические процессы при автоматической сварке под слоем флюса.
67. Сварочные флюсы, их классификация по различным признакам.
68. Выбор электродной проволоки для автоматической сварки под флюсом.
69. Особенности металлургических процессов, протекающих в высоко- и низкотемпературной зонах при автоматической сварке под слоем плавляемых флюсов.
70. Керамические флюсы для автоматической сварки под слоем флюса, их особенности.
71. Изменение состава металла шва при сварке.
72. Металлургические процессы при сварке в защитных газовых средах.
73. Технологические свойства инертных газов как защитных сред для сварки.
74. Особенности металлургических процессов при сварке различных сталей в среде аргона.

75. Особенности металлургических процессов при сварке алюминиевых и магниевых сплавов в защитной среде аргона.
76. Особенности металлургических процессов при сварке титана и его сплавов в защитной среде инертных газов.
77. Особенности металлургических процессов при сварке в защитной среде углекислого газа.
78. Сварка порошковой проволокой.
79. Сварка в парах воды.
80. Взаимодействие металлов со сложными газами при сварке. Системы Fe-O-H и Fe-O-C.
81. Состав покрытия электродов для ручной дуговой сварки.
82. Классификация электродов для ручной дуговой сварки по различным признакам.
83. Особенности металлургических процессов при сварке электродами с основным покрытием.
84. Производство электродов для ручной дуговой сварки и требования, предъявляемые к ним.
85. Природа и механизм образования холодных трещин.
86. Меры борьбы с холодными трещинами.
87. Методы оценки склонности сталей к образованию холодных трещин.
88. Свариваемость металлов и сплавов.
89. Механизм образования горячих трещин.
90. Меры борьбы с горячими трещинами.
91. Методы оценки склонности сталей к образованию горячих трещин.
92. Трещинообразование при сварке плавлением в свете водородной гипотезы.
93. Закалочная гипотеза механизма образования холодных трещин.
94. Методы борьбы с холодными трещинами в свете водородной гипотезы, объясняющей механизм их образования.
95. Порообразование при сварке плавлением.
96. Поглощение газов металлами при сварке и их влияние на свойства сварных соединений.
97. Пути снижения влияния водорода на свойства сварных соединений.

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.)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
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 практическим занятиям:

Практическое занятие 1. Термическая ионизация в плазме электрического дугового разряда.

Понятие электрической сварочной дуги. Ионизация в плазме дугового разряда, ее смысл и значение. Потенциал ионизации. Уравнение Саха.

Решение задач на определение величины степени ионизации в зависимости от температуры и давления в столбе дуги.

Практическое занятие 2. Эффективный потенциал ионизации

Понятие эффективного потенциала ионизации. Формула Семенов-Фролова.

Решение задач на определение эффективного потенциала ионизации для различных смесей паров и газов.

Практическое занятие 3. Влияние различных компонентов на величину эффективного потенциала ионизации и стабильность горения дуги. Определение влияния изменения концентрации легкоионизируемого компонента в составе газовой смеси на величину эффективного потенциала ионизации.

Решение задач.

Практическое занятие 4. Эмиссионные процессы в плазме дугового разряда. Расчет эффективного радиуса столба дуги, средней плотности и напряженности электрического поля столба дуги.

Решение задач.

Практическое занятие 5. Температура столба дуги

Расчетное определение температуры столба различных дуг: при ручной дуговой сварке плавящимся электродом, при сварке под флюсом и при сварке неплавящимся электродом.

Решение задач.

Практическое занятие 6. Определение плотности эмиссионного тока

Определение плотности тока термоэлектронной и автоэлектронной эмиссии при различных параметрах процессов сварки.

Практическое занятие 7. Определение давления в столбе дуги и температуры капель электродного металла

Решение задач на заданную тему

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
задания по практическим занятиям

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.)

Задания по лабораторным работам:

1. Исследование дугового разряда между неплавящимися электродами.
2. Исследование влияния компонентов электродных покрытий и параметров режима на стабильность горения дуги.
3. Перенос электродного металла при электродуговой сварке плавящимся электродом.
4. Исследование порообразования при автоматической сварке сталей.
5. Влияние легирующих элементов на механические характеристики шва.
6. Влияние термического цикла сварки на размеры зоны термического влияния.
7. Исследование стойкости сплавов к образованию холодных трещин.
8. Горячие трещины при сварке.

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.)

Курсовая работа

Курсовой работа на тему «Моделирование процессов распространения теплоты в свариваемых изделиях с целью определения расчётным путём параметров термического цикла сварки и построение температурных полей». Структура курсовой работы:

1. Анализ заданной конструкции или типа сварного соединения и выбор расчётной схемы.
2. Выбор типа источника теплоты и определение эффективной тепловой мощности источника.
3. Расчёт нагрева основного металла.
4. Расчёт нагрева присадочного металла.

5. Построение графических зависимостей термического цикла сварки, температурного поля и распределения максимальных температур.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
задания по курсовой работе**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Отлично	1. Работа выполнена самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны. 2. Обучающийся показал знание теоретического материала по рассматриваемой проблеме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы. 3. Материал излагается грамотно, логично, последовательно. 4. Оформление отвечает требованиям написания курсовой работы. 5. Во время защиты обучающийся показал умение кратко, доступно представить результаты работы, адекватно отвечать на поставленные вопросы.
Хорошо	1. Работа выполнена самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны. 2. Обучающийся показал знание теоретического материала по рассматриваемой проблеме, однако умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщения и выводы вызывают у него затруднения. 3. Материал не всегда излагается логично, последовательно. 4. Имеются недочёты в оформлении курсовой работы. 5. Во время защиты обучающийся показал умение кратко, доступно представить результаты исследования, однако затруднялся отвечать на поставленные вопросы.
Удовлетворительно	1. Работа не содержит элементы новизны. 2. Обучающийся не в полной мере владеет теоретическим материалом по рассматриваемой проблеме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы вызывают у него затруднения. 3. Материал не всегда излагается логично, последовательно. 4. Имеются недочеты в оформлении курсовой работы. 5. Во время защиты обучающийся затрудняется в представлении результатов работы и ответах на поставленные вопросы.
Неудовлетворительно	Выполнено менее 50% требований к курсовой работе.

Вопросы к зачету

4 семестр

1. История, состояние и перспективы развития сварочной науки и техники.
2. Вклад российской и украинской сварочной школы.
3. Механизм образования монолитного соединения при сварке.
4. Виды элементарных связей в твердых телах и монолитных соединениях.
5. Физико-химические особенности получения сварных и паяных соединений. Сварка в жидкой и твердой фазах.
6. Классификация процессов сварки.

7. Термические процессы сварки.
8. Механические сварочные процессы.
9. Термомеханические процессы сварки: схемы, области применения.
10. Физико-химические процессы в дуговом разряде.
11. Проводимость твердых тел жидкостей и газов.
12. Электрический разряд в газах. Виды разряда в газах.
13. ВАХ электрического разряда в газах.
14. Элементарные процессы в плазме дуги.
15. Элементы термодинамики плазмы.
16. Явления переноса, баланс энергии и температура в столбе дуги.
17. Приэлектродные области дугового разряда.
18. Магнитогидродинамика сварочной дуги: Собственное магнитное поле дуги. Пинч-эффект.
19. Внешнее магнитное поле и дуга.
20. Перенос металла в сварочной дуге. Виды переноса.
21. Сварочные дуги переменного тока.
22. Сварочные дуги с плавящимся электродом.
23. Сварочные дуги с неплавящимся электродом.
24. Плазменные сварочные дуги.
25. Термические недугловые источники энергии.
26. Электронно-лучевые источники.
27. Фотонно-лучевые источники.
28. Газовое пламя.
29. Электрошлаковая сварка.
30. Прессовые и механические сварочные процессы

Термодинамика и расчёты тепловых процессов при сварке

31. Основные теплофизические понятия и определения.
32. Закон теплопроводности Фурье.
33. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
34. Схематизация нагреваемых тел в тепловых расчетах.
35. Схемы сварочных источников теплоты и их классификация.
36. Основные упрощения, принимаемые в расчетах тепловых процессов при сварке.
37. Мгновенные источники теплоты.
38. Непрерывно действующие неподвижные источники.
39. Подвижные источники теплоты.
40. Периоды теплонасыщения и выравнивания температур при нагреве движущимися источниками теплоты.
41. Мощные быстро движущиеся источники теплоты.
42. Влияние режима сварки и теплофизических свойств металла на поле температур.
43. Определение ширины зоны нагрева.
44. Термический цикл сварки и его основные характеристики.

45. Максимальные температуры и способы их определения.
46. Определение мгновенной скорости охлаждения после сварки.
47. Нагрев тел вращения.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – зачет

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

5 семестр

1. Особенности металлургических процессов при сварке плавлением.
2. Понятие окисления. Система железо-кислород. Пути попадания кислорода в зону сварки.
3. Раскисление металла сварочной ванны при различных способах сварки.
4. Методы раскисления сварочной ванны.
5. Рафинирование металла сварочной ванны при различных способах сварки плавлением.
6. Легирование металла сварочной ванны при различных способах сварки плавлением.
7. Взаимодействие металла сварочной ванны со шлаками.
8. Главные компоненты шлаковых систем.
9. Основные требования, предъявляемые к шлаковым фазам.
10. Определение шлаков и их главные функции.
11. Классификация сварочных шлаков.
12. Нейтральные соли и их роль в составе шлаковых систем.
13. Амфотерные оксиды и их взаимодействие с другими компонентами шлаковой системы.
14. Основные и кислые оксиды в составе шлаковой фазы и их взаимодействие при сварке плавлением.
15. Роль водорода в металлургических процессах сварки плавлением.
16. Поглощение газов различными металлами при сварке.
17. Влияние водорода на свойства сварных соединений из стали.
18. Пути снижения влияния водорода на свойства сварных соединений.
19. Металлургические процессы при автоматической сварке под слоем флюса.
20. Сварочные флюсы, их классификация по различным признакам.
21. Выбор электродной проволоки для автоматической сварки под флюсом.

22. Особенности металлургических процессов, протекающих в высоко- и низкотемпературной зонах при автоматической сварке под слоем плавляемых флюсов.
23. Керамические флюсы для автоматической сварки под слоем флюса, их особенности.
24. Изменение состава металла шва при сварке.
25. Металлургические процессы при сварке в защитных газовых средах.
26. Технологические свойства инертных газов как защитных сред для сварки.
27. Особенности металлургических процессов при сварке различных сталей в среде аргона.
28. Особенности металлургических процессов при сварке алюминиевых и магниевых сплавов в защитной среде аргона.
29. Особенности металлургических процессов при сварке титана и его сплавов в защитной среде инертных газов.
30. Особенности металлургических процессов при сварке в защитной среде углекислого газа.
31. Сварка порошковой проволокой.
32. Сварка в парах воды.
33. Взаимодействие металлов со сложными газами при сварке. Системы Fe-O-H и Fe-O-C.
34. Состав покрытия электродов для ручной дуговой сварки.
35. Классификация электродов для ручной дуговой сварки по различным признакам.
36. Особенности металлургических процессов при сварке электродами с основным покрытием.
37. Производство электродов для ручной дуговой сварки и требования, предъявляемые к ним.
38. Природа и механизм образования холодных трещин.
39. Меры борьбы с холодными трещинами.
40. Методы оценки склонности сталей к образованию холодных трещин.
41. Свариваемость металлов и сплавов.
42. Механизм образования горячих трещин.
43. Меры борьбы с горячими трещинами.
44. Методы оценки склонности сталей к образованию горячих трещин.
45. Трещинообразование при сварке плавлением в свете водородной гипотезы.
46. Закалочная гипотеза механизма образования холодных трещин.
47. Методы борьбы с холодными трещинами в свете водородной гипотезы, объясняющей механизм их образования.
48. Порообразование при сварке плавлением.
49. Поглощение газов металлами при сварке и их влияние на свойства сварных соединений.

50. Пути снижения влияния водорода на свойства сварных соединений.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – экзамен

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме 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 четкие 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 «Теория процессов сварки» 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)