

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

«НАПЛАВКА И НАПЫЛЕНИЕ»

По направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение
Профиль: «Оборудование и технология сварочного производства»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Наплавка и напыление» по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение. – ___ с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Наплавка и напыление» 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 М.С.Н. 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 знания теоретических и практических навыков разработки новых технологий и оборудования наплавки и напыления.

Задачи: изучение современных средств наплавки и напыления, материалов, используемых в этих технологиях и соответствующего оборудования;

приобретение опыта в выборе способа нанесения покрытия и проектирования технологии и оборудования для наплавки и напыления;

научиться определять (рассчитывать) основные параметры режима наплавки и напыления.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Наплавка и напыление» относится к циклу дисциплин профессиональной и практической подготовки.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов», «Детали машин», «Введение в инженерную деятельность», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Теория процессов сварки», «Сварка плавлением» и служит основой для освоения дисциплин «Технология и оборудование сварки плавлением», «Плазменное нанесение покрытий» и «Научные основы ремонта деталей сваркой»

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: теорию и методологию инженерного творчества, выбирать стратегию и тактику решения задач по восстановлению и упрочнению деталей и придания изнашиваемой поверхности специальных свойств методами наплавки и напыления
	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;	Уметь: провести технико-экономическое обоснование возможных способов получения покрытия; разработать операционный технологический процесс наплавки и напыления и составить операционную карту

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
	ПК-1.3. Владеть: разрабатывать и оформлять комплект технологической документации для производства сварных конструкций	назначить основные и вспомогательные материалы для наплавки и напыления; рассчитать (выбрать) значения параметров режимов для наплавки и напыления; Владеть:

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:	90	12
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. Способы восстановления деталей. Области применения различных способов наплавки, их достоинства и недостатки. Цель и задачи курса.

Тема 2. Дефектация деталей. Подготовка деталей к наплавке. Очистка деталей. Механическая обработка восстанавливаемой поверхности.

Тема 3. Классификация способов наплавки. Наплавка как способ восстановления деталей. Изготовительная наплавка. Восстановительная наплавка. Классификация наплавленного металла и выбор его типа в зависимости от условий эксплуатации деталей. Классификация способов наплавки. Различные способы наплавки деталей. Наплавочные свойства электрической дуги.

Тема 4. Ручная дуговая наплавка штучными электродами. Сущность процесса. Легирование и раскисление наплавленного металла. Особенности плавления электродного металла. Расчёт химического состава наплавленных слоёв. Константы перехода элементов при наплавке. Оптимальные режимы наплавки.

Тема 5. Автоматическая наплавка под слоем флюса. Сущность процесса. Отличительные особенности процесса в сравнении со сваркой. Наплавка сплошной проволокой. Оптимальные режимы наплавки.

Тема 6. Многоэлектродная наплавка. Особенности технологии многоэлектродной наплавки. Схемы оборудования для многоэлектродной наплавки, его характерные особенности.

Тема 7. Наплавка лентами. Наплавка холоднокатаными лентами. Наплавка спечёнными лентами. Наплавка порошковыми лентами. Особенности плавления и металлопереноса при наплавке лентами. Оборудование для наплавки лентами. Особенности широкослойной наплавки разными типами лент. Оптимальные режимы наплавки.

Тема 8. Наплавка в среде защитных газов. Преимущества и недостатки процесса. Наплавка сплошными проволоками. Принципы выбора защитного газа. Оптимальные режимы наплавки. Вибродуговая наплавка. Особенности процесса.

Тема 9. Электрошлаковая наплавка. Характеристика шлаковой ванны. Взаимодействие шлака и металла. Особые требования к материалам при электрошлаковой наплавке. Флюсы и шлаки для ЭШН. Раскисление металла. Горизонтальная электрошлаковая наплавка со свободным формированием. Достоинства и недостатки ЭШН.

Тема 10. Плазменная наплавка. Различные схемы плазменной наплавки. Оптимальные режимы наплавки. Материалы, используемые для плазменной наплавки.

Тема 11. Электроннолучевая наплавка. Области применения технологии. Другие примеры применения электроннолучевых и вакуумных технологий для получения покрытий.

Тема 12. Лазерная наплавка. Сущность и основные разновидности процесса. Особенности плавления металла. Достоинства и недостатки лазерной наплавки.

Тема 13. Индукционная наплавка. Особенности индукционной наплавки. Области применения этого метода.

Тема 14. Газовая наплавка. Виды газового пламени. Особенности газового пламени как источника нагрева. Материалы, используемые для газовой наплавки. Особенности технологии.

Тема 15. Наплавка трением и плакирование взрывом. Наплавка трением. Сущность процесса. Разновидности наплавки трением. Основные достоинства и недостатки данного процесса. Плакирование взрывом. Сущность процесса. Схемы плакирования взрывом. Технологические и экономические особенности этого процесса. Биметалл и многослойные композиции как новый перспективный материал. Процесс детонации и его особенности. Параметры режима при

плакировании взрывом. Характеристики взрывчатых веществ и влияние их свойств на процесс получения прочного соединения.

Тема 16. Электроконтактное приваривание. Сущность процесса и способы его применения. Специализированные установки для электроконтактного приваривания. Принципы выбора способа наплавки для восстановления и изготовления деталей.

Тема 17. Напыление. Определение напыления. Мировой опыт нанесения покрытий напылением. Достоинства и недостатки. Области рационального применения. Перспективы развития. Классификация методов газотермического нанесения покрытий. Виды газотермических покрытий.

Тема 18. Подготовительные операции технологического процесса нанесения покрытий. Подготовка газов перед напылением. Подготовка материалов для напыления. Подготовка поверхности детали. Предварительная механическая обработка поверхности. Обезжиривание поверхности. Активация и придание шероховатости напыляемой поверхности. Струйно-абразивная обработка. Нанесение подслоя. Контроль качества и хранение подготовленных к напылению деталей.

Тема 19. Технология электродугового напыления покрытий. Сущность и технологические особенности электродуговой металлизации. Характеристика распыляющего потока и потока частиц. Параметры режима электродугового нанесения покрытий.

Тема 20. Технология нанесения покрытий газопламенным напылением. Схемы напыления проволокой и порошком. Достоинства и недостатки газопламенного напыления. Основные параметры. Влияние параметров нанесения покрытий на качество покрытия.

Тема 21. Технология нанесения покрытий плазменным напылением. Обобщённая схема процесса плазменного напыления. Достоинства и недостатки метода. Схема плазменного напыления с высокочастотным индукционным нагревом газа. Режимы плазменно-дугового напыления покрытий. Оптимизация технологического процесса напыления покрытий.

Тема 22. Технология детонационного напыления покрытий. Схема процесса детонационного напыления покрытий (ДГНП). Общие технические требования к материалам и изделиям при ДГНП. Выбор технологических параметров процесса ДГНП. Особенности технологического процесса ДГНП.

Тема 23. Структура оборудования для газотермического нанесения покрытий. Функциональная схема установки для ГТНП. Оборудование для газопламенного напыления. Классификационно-функциональная схема аппаратов для газопламенного напыления. Схемы установок, распыляющих горелок, турбинного привода, дозаторов-питателей порошка. Технические характеристики газопламенных установок для напыления.

Тема 24. Оборудование для электродугового напыления (ЭДН). Схема установки для ЭДН. Основные технические характеристики аппаратов для электродуговой металлизации. Схемы электродугового металлизатора ЭМ-14М и распыляющей головки.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение. Способы восстановления деталей. Области применения различных способов наплавки, их достоинства и недостатки. Цель и задачи курса.	2	0,5
2	Дефектация деталей. Подготовка деталей к наплавке. Очистка деталей. Механическая обработка восстанавливаемой поверхности.	2	
3	Классификация способов наплавки. Наплавка как способ восстановления деталей. Изготовительная наплавка. Восстановительная наплавка. Классификация наплавленного металла и выбор его типа в зависимости от условий эксплуатации деталей. Классификация способов наплавки. Различные способы наплавки деталей. Наплавочные свойства электрической дуги.	2	0,5
4	Ручная дуговая наплавка штучными электродами. Сущность процесса Легирование и раскисление наплавленного металла. Особенности плавления электродного металла. Расчёт химического состава наплавленных слоёв. Константы перехода элементов при наплавке. Оптимальные режимы наплавки.	2	0,5
5	Автоматическая наплавка под слоем флюса. Сущность процесса. Отличительные особенности процесса в сравнении со сваркой. Наплавка сплошной проволокой. Оптимальные режимы наплавки.	2	0,5
6	Многэлектродная наплавка. Особенности технологии многэлектродной наплавки. Схемы оборудования для многэлектродной наплавки, его характерные особенности.	2	
7	Наплавка лентами. Наплавка холоднокатаными лентами. Наплавка спечёнными лентами. Наплавка порошковыми лентами. Особенности плавления и металлопереноса при наплавке лентами. Оборудование для наплавки лентами. Особенности широкослойной наплавки разными типами лент. Оптимальные режимы наплавки.	2	0,5
8	Наплавка в среде защитных газов. Преимущества и недостатки процесса. Наплавка сплошными проволоками. Принципы выбора защитного газа. Оптимальные режимы наплавки. Вибродуговая наплавка. Особенности процесса.	2	0,5
9	Электрошлаковая наплавка. Характеристика шлаковой ванны. Взаимодействие шлака и металла. Особые требования к материалам при электрошлаковой наплавке. Флюсы и шлаки для ЭШН. Раскисление металла. Горизонтальная электрошлаковая наплавка со свободным формированием. Достоинства и недостатки ЭШН.	2	
10	Плазменная наплавка. Различные схемы плазменной наплавки. Оптимальные режимы наплавки. Материалы, используемые для плазменной наплавки.	2	0,5
11	Электроннолучевая наплавка. Области применения тех-	2	

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
	нологии. Другие примеры применения электроннолучевых и вакуумных технологий для получения покрытий.		
12	Лазерная наплавка. Сущность и основные разновидности процесса. Особенности плавления металла. Достоинства и недостатки лазерной наплавки.	2	
13	Индукционная наплавка. Особенности индукционной наплавки. Области применения этого метода.	2	
14	Газовая наплавка. Виды газового пламени. Особенности газового пламени как источника нагрева. Материалы, используемые для газовой наплавки. Особенности технологии.	2	0,5
15	Наплавка трением и плакирование взрывом. Наплавка трением. Сущность процесса. Разновидности наплавки трением. Основные достоинства и недостатки данного процесса. Плакирование взрывом. Сущность процесса. Схемы плакирования взрывом. Технологические и экономические особенности этого процесса. Биметалл и многослойные композиции как новый перспективный материал. Процесс детонации и его особенности. Параметры режима при плакировании взрывом. Характеристики взрывчатых веществ и влияние их свойств на процесс получения прочного соединения.	2	0,5
16	Электроконтактное приваривание. Сущность процесса и способы его применения. Специализированные установки для электроконтактного приваривания. Принципы выбора способа наплавки для восстановления и изготовления деталей.	2	0,5
17	Напыление. Определение напыления. Мировой опыт нанесения покрытий напылением. Достоинства и недостатки. Области рационального применения. Перспективы развития. Классификация методов газотермического нанесения покрытий. Виды газотермических покрытий.	2	0,5
18	Подготовительные операции технологического процесса нанесения покрытий. Подготовка газов перед напылением. Подготовка материалов для напыления. Подготовка поверхности детали. Предварительная механическая обработка поверхности. Обезжиривание поверхности. Активация и придание шероховатости напыляемой поверхности. Струйно-абразивная обработка. Нанесение подслоя. Контроль качества и хранение подготовленных к напылению деталей.	2	
19	Технология электродугового напыления покрытий. Сущность и технологические особенности электродуговой металлизации. Характеристика распыляющего потока и потока частиц. Параметры режима электродугового нанесения покрытий.	2	0,5
20	Технология нанесения покрытий газопламенным напылением. Схемы напыления проволокой и порошком. Достоинства и недостатки газопламенного напыления. Ос-	2	0,5

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
	новные параметры. Влияние параметров нанесения покрытий на качество покрытия.		
21	Технология нанесения покрытий плазменным напылением. Обобщённая схема процесса плазменного напыления. Достоинства и недостатки метода. Схема плазменного напыления с высокочастотным индукционным нагревом газа. Режимы плазменно-дугового напыления покрытий. Оптимизация технологического процесса напыления покрытий.	2	0,5
22	Технология детонационного напыления покрытий. Схема процесса детонационного напыления покрытий (ДГНП). Общие технические требования к материалам и изделиям при ДГНП. Выбор технологических параметров процесса ДГНП. Особенности технологического процесса ДГНП.	2	
23	Структура оборудования для газотермического нанесения покрытий. Функциональная схема установки для ГТНП. Оборудование для газопламенного напыления. Классификационно-функциональная схема аппаратов для газопламенного напыления. Схемы установок, распыляющих горелок, турбинного привода, дозаторов-питателей порошка. Технические характеристики газопламенных установок для напыления.	2	0,5
24	Оборудование для электродугового напыления (ЭДН). Схема установки для ЭДН. Основные технические характеристики аппаратов для электродуговой металлизации. Схемы электродугового металлизатора ЭМ-14М и распыляющей головки.	2	
Итого:		48	8

4.4. Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	2	3	4
1.	Определение влияния качества подготовки поверхности и наплавочных материалов на образование дефектов	2	
2.	Определение коэффициента переноса легирующих элементов из обмазки в наплавленный металл при ручной дуговой наплавке покрытыми электродами	2	1
3.	Изучение влияния основного металла на механические свойства наплавленного при многослойной дуговой	2	

	наплавке		
4.	Изготовление и использование легирующего флюса или шихты	2	
5.	Исследование влияния параметров режима на свойства наплавленного валика при плазменной наплавке	2	1
6.	Исследование влияния усилия прижатия и скорости вращения детали на процесс наплавки трением	2	
7.	Исследование процесса лазерной наплавки шликерных покрытий	2	
8.	Исходные материалы для нанесения газотермических покрытий	2	
9.	Плазмообразующие газы для напыления	2	
10.	Установки для плазменного напыления	2	0,5
11.	Установки для электродуговой металлизации	2	
12.	Оборудование для детонационно-газового нанесения покрытий	2	
13.	Установки для газопламенного напыления	2	0,5
Итого:		24	4

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Средства дефектации деталей	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к экзамену	4	6
2	Сравнительные характеристики способов восстановления. Специальные способы восстановления		4	7
3	Отличительные особенности способов напыления		2	6
4	Назначение различных типов наплавленного металла.		2	6
5	Образование и структурные особенности напыленного покрытия		2	6
6	Схемы легирования при наплавке под слоем флюса.		2	6
7	Виды шлаков и их влияние на процесс ЭШН		4	6
8	Основные схемы питания порошком при плазменной наплавке		4	6
9	Вспомогательное оборудование для электроннолучевой наплавки		4	6
10	Особенности наплавки шликерных покрытий		2	8
11	Марки наплавочных материалов. Стандарты обозначения		4	7
12	Самофлюсующиеся порошки		4	8
13	Влияние скорости частицы на процесс взаимодействия с поверхностью при напылении		4	6
14	Плазмообразующие газы		2	6
15	Схемы металлизаторов для электроду-		4	6

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
	гового напыления			
16	Процесс транспортировки порошков при газопламенном напылении		4	6
17	Способы повышения прочности сцепления покрытия с основой при напылении		4	6
18	Наплавление осаждением пленок в вакууме		4	6
19	Вакуумное оборудование		4	6
20	Основные агрегатные узлы оборудования для напыления		4	6
21	Аппаратура для регулирования расхода газов и их смесей		4	6
Итого:			72	132

4.7. Курсовые проекты

Учебным планом курсовая работа не предусмотрена.

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 программно обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Кудинов В.В., Бобров Г.В. Нанесение покрытий напылением. Теория, технология и оборудование. Учебник для вузов. - М.: Металлургия, 1992. - 432с.
2. Бояршина Л.А. Технология и оборудование для напыления. Учебное

пособие в 2-х ч. Ч.1 – Технология (для студентов, обучающихся по направлению 15.03.01 Машиностроение, профиль – «Оборудование и технология сварочного производства»)(Электронный ресурс) – Луганск: Изд-во ВЛУ им. В. Даля, 2008. – 154 с.

3. Бояршина Л.А. Технология и оборудование для напыления. Учебное пособие в 2-х ч. Ч.1 – Технология (для студентов, обучающихся по направлению 15.03.01 Машиностроение, профиль – «Оборудование и технология сварочного производства»)(Электронный ресурс) – Луганск: Изд-во ВЛУ им. В. Даля, 2009. – 156 с.

4. Н.А. Рябцев. Наплавка деталей машин и механизмов. – Киев: Экотехнология, 2004. – 160 с.

5. Установки и станки для электродуговой сварки и наплавки. / Чвертко А.И., Тимченко В.А. – К.: Техника, 1974. – 240 с..

б) дополнительная литература

1. Хасуи А., Мorigаки О. Наплавка и напыление. Пер. с яп. В.Н. Попова: Под ред. В.С. Степина, Н.Г. Шестеркина. - М.: Машиностроение, 1985. – 240 с.

2. Гребеник В.М., Гордиенко А. В., Цапко В.К. Повышение надежности металлургического оборудования: Справочник. – М.: Металлургия, 1988.- 688 с.

3. Наплавочные порошковые ленты и проволоки: Справочник / Гладкий П.В. и др. – К.: Техника, 1991. – 34 с.

4. Основы рационального проектирования оборудования для автоматической и механизированной электрической сварки и наплавки. / Чвертко А.И. – К.: Наук. думка, 1988. – 240 с.

5. Л.И. Тушинский, А.В. Плохов. Исследование структуры и физико-механических свойств покрытий. – Новосибирск: Наука, 1986 – 200 с.

6. Куприянов И.Л., Геллер М.А. Газотермические покрытия с повышенной прочностью сцепления. – Минск: Наука и техника, 1990.- 175 с.

7. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей. - М: Колос, 1984. - 352с.

8. Газотермические покрытия из порошковых материалов: Справочник. / Ю.А. Харламов, Ю.С. Борисов, С.Л. Сидоренко, Е.Н. Ардатовская. – К.: Наук. думка, 1987. - 544 с.

в) методические указания

1. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Наплавка деталей» (для студентов, обучающихся по направлению 15.03.01 Машиностроение, профиль – «Оборудование и технология сварочного производства»)(Электронный ресурс)/ Л.А. Бояршина, М.И. Черноморов – Луганск: Изд-во ЛЛУ им. В. Даля, 2017. – 28 с.

2. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Газотермическое напыление покрытий» (для студентов, обучающихся по направлению 15.03.01 Машиностроение, профиль – «Оборудование и технология сварочного производства») / Л.А. Бояршина, – Луганск: Изд-во ВЛУ им. В. Даля, 2016. – 57 с.

в) методические указания:

1. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Пайка металлов и сварка пластмасс» (для студентов, обучающихся по направлению Машиностроение, профиль «Оборудование и технология сварочного производства») /Сост. Л.А. Бояршина. - Луганск: Изд-во Луганского нац. ун-та им. В.Даля, 2018. – 20 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 «Наплавка и напыление» 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 «Наплавка и напыление»

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-4	ПК-4 Способен осуществлять контроль соблюдения основных параметров сварочного производства и обеспечивать требования технологического процесса для достижения качества выпускаемых изделий; методы и средства испытаний и контроля качества изделий машиностроения.	ПК-4.1. Знать: требования нормативов времени сварочных работ, расхода свариваемых и сварочных материалов; ПК-4.2 Уметь: анализировать причины основных видов дефектов сварных соединений и предлагает корректирующие мероприятия по их устранению;	Тема 1. Введение.	7
				Тема 2. Дефектация деталей.	7
				Тема 3. Классификация способов наплавки.	7
				Тема 4. Ручная дуговая наплавка штучными электродами.	7
				Тема 5. Автоматическая наплавка под слоем флюса.	7
				Тема 6. Многоэлектродная наплавка.	7

№ п/п	Код контроли- руемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы до- стижений компе- тенции (по реали- зуемой дисци- плине)	Контролируемые Темы учебной дис- циплины, практики	Этапы фор- мирования (семестр изу- чения)
			ПК-4.3 Владеть: методами опре- делений основ- ных технических характеристик сварочного обо- рудования и проводит вери- фикацию испол- нительной доку- ментации испы- тательных лабо- раторий по кон- тролю качества сварных кон- струкций.	Тема 7. Наплавка лентами.	7
				Тема 8. Наплавка в среде защитных газов.	7
				Тема 9. Электро- шлаковая наплав- ка.	7
				Тема 10. Плазмен- ная наплавка.	7
				Тема 11. Элек- троннолучевая наплавка.	7
				Тема 12. Лазерная наплавка.	7
				Тема 13. Индук- ционная наплавка.	7
				Тема 14. Газовая наплавка.	7
				Тема 15. Наплавка трением и плаки- рование взрывом.	7
				Тема 16. Электро- контактное прива- ривание.	7
				Тема 17. Напыле- ние. Определение напыления.	7
				Тема 18. Подго- товительные опе- рации технологи- ческого процесса нанесения покры- тий.	7
				Тема 19. Техноло- гия электродугово- го напыления по- крытий.	7
				Тема 20. Техноло- гия нанесения по- крытий газопла- менным напылени- ем.	7
				Тема 21. Техноло- гия нанесения по- крытий плазмен- ным напылением.	7

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые Темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
				Тема 22. Технология детонационного напыления покрытий.	7
				Тема 23. Структура оборудования для газотермического нанесения покрытий.	7
				Тема 24. Оборудование для электродугового напыления (ЭДН).	7
				Тема 25. Оборудование для плазменного напыления.	7
				Тема 26. Оборудование для детонационного напыления покрытий.	7
				Тема 27. Технико-экономический анализ применения методов газотермического нанесения покрытий.	7
				Тема 28. Характеристика и классификация методов вакуумно-конденсационного нанесения (ВКН) покрытий.	7

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-4 Способен осуществлять контроль соблюдения основных параметров сварочного произ-	ПК-4.1. Знать: требования нормативов времени сварочных работ, расхода свариваемых и	Знать: основные положения и понятия сварки давлением; методы контроля качества изделий;	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5,	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по лабора-

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
	водства и обеспечивать требования технологического процесса для достижения качества выпускаемых изделий; методы и средства испытаний и контроля качества изделий машиностроения.	сварочных материалов; ПК-4.2 Уметь: анализировать причины основных видов дефектов сварных соединений и предлагает корректирующие мероприятия по их устранению; ПК-4.3 Владеть: методами определений основных технических характеристик сварочного оборудования и проводит верификацию исполнительной документации испытательных лабораторий по контролю качества сварных конструкций.	методы исправления дефектных изделий; основные и вспомогательные материалы для различных способов сварки давлением; построение и принципы работы оборудования для сварки давлением. Уметь: оценить соответствие качества сварного соединения полученной с помощью сварки давлением техническим требованиям; назначить основные и вспомогательные материалы в случае необходимости для сварки давлением; выбрать типичное оборудование и назначать его для сварки давлением в зависимости от избранных режимов, выбрать прототип аппарата или установки для сварки давлением при отсутствии типичного, разработать функциональные (структурные) схемы соответствующих установок. Владеть: навыками логико-инструментарием для решения задач оценки каче-	Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Тема 12, Тема 13, Тема 14, Тема 15, Тема 16 Тема 17, Тема 18, Тема 19 Тема 20 Тема 21, Тема 22, Тема 23, Тема 24, Тема 25, Тема 26 Тема 27, Тема 28	торным работам, рефераты, экзамен

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
			ства сварного соединения; информацией о прогрессивном технологическом оборудовании для определения адекватных способов и методов решения задач.		

Фонды оценочных средств по дисциплине

«Наплавка и напыление»

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

Наплавка

1. Определение понятий:
 - а) наплавка;
 - б) восстановительная наплавка;
 - в) изготовительная наплавка.
2. Плакирование, его отличие от наплавки.
3. Каковы преимущества и недостатки наплавки, как способа восстановления деталей?
4. Классификация и характеристика способов наплавки.
5. Подготовка деталей к наплавке.
6. Виды загрязнений наплавляемых деталей и способы их очистки.
7. Дефектация деталей перед наплавкой.
8. Классификация дефектов при восстановлении деталей наплавкой.
9. Технологические особенности ручной дуговой наплавки покрытыми электродами.
10. Электроды и проволока для наплавки.
11. Особенности ручной дуговой наплавки «углом вперёд» и «углом назад».
12. Высокопроизводительные способы наплавки лежащим и наклонным электродом.
13. Особенности газопламенной наплавки.
14. Присадочные материалы для газопламенной наплавки.
15. Технология и техника газопламенной наплавки.
16. Схема автоматической наплавки под слоем флюса, варианты рационального использования.
17. Многоэлектродная наплавка под слоем флюса.

18. Многоэлектродные наплавочные установки для сварки под слоем флюса.
 19. Вибродуговая наплавка: сущность, достоинства, недостатки.
 20. Технология вибродуговой наплавки.
 21. Основные факторы, обеспечивающие качество вибродуговой наплавки.
 22. Проблемы процесса вибродуговой наплавки и пути их решения.
 23. Электрошлаковая наплавка: достоинства и недостатки.
 24. Классификация способов электрошлаковой наплавки по технологическим признакам.
 25. Классификация способов электрошлаковой наплавки по наплавочным материалам.
 26. Требования к флюсам для электрошлаковой наплавки.
 27. Присадочные материалы для электрошлаковой наплавки.
 28. Основные схемы процесса лазерной наплавки.
 29. Что такое шликерное покрытие?
 30. Основные параметры процесса шликерной лазерной наплавки.
 31. Газопорошковая лазерная наплавка.
 32. Плазменная наплавка: сущность, достоинства, недостатки.
 33. Схемы плазмотронов для наплавки.
 34. Наплавочные материалы для плазменной наплавки.
 35. Схемы подачи порошка в плазмотрон при наплавке.
- Напыление**
36. Классификация методов газотермического нанесения покрытий (ГТНП).
 37. Исходные материалы для ГТНП.
 38. Классификация покрытий, полученных методами ГТНП.
 39. Подготовительные операции технологического процесса ГТНП.
 40. Методы, регулирующие качество и прочность напылённых покрытий.
 41. Характеристики двухфазного потока при ГТНП.
 42. Строение покрытия, полученного ГТНП.
 43. Главные недостатки покрытий, полученных ГТНП.
 44. Плазменное нанесение покрытий: сущность, достоинства, недостатки.
 45. Области применения плазменного напыления и перспективы его развития.
 46. Газы и газовые смеси, необходимые для ведения процесса плазменного напыления.
 47. Параметры режима плазменного напыления.
 48. Параметры распыляемого материала и условий его ввода при плазменном напылении.
 49. Классификация оборудования для плазменного напыления.
 50. Основные компоненты оборудования для плазменного напыления.

51. Газопламенное напыление (ГПН): области применения, перспективы развития.
52. Газовое пламя, как источник нагрева и распыления материала.
53. Энергетические параметры ГПН.
54. Технические особенности газопламенного напыления.
55. Классификация способов ГПН.
56. Детонационно-газовое напыление (ДГНП): сущность, плюсы, минусы.
57. Детонационный взрыв газовой смеси, как источник нагрева и распыления материала.
58. Технологическая схема процесса ДГНП.
59. Параметры режима ДГНП.
60. Материалы для напыления методом ДГНП.
61. Газы, необходимые для процесса ДГНП, их функции.
62. Факторы, обуславливающие перспективность применения методов ГПН.

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. Определение влияния качества подготовки поверхности и наплавочных материалов на образование дефектов
2. Определение коэффициента переноса легирующих элементов из обмазки в наплавленный металл при ручной дуговой наплавке покрытыми электродами
3. Изучение влияния основного металла на механические свойства наплавленного при многослойной дуговой наплавке
4. Изготовление и использование легирующего флюса или шихты
5. Исследование влияния параметров режима на свойства наплавленного валика при плазменной наплавке

6. Исследование влияния усилия прижатия и скорости вращения детали на процесс наплавки трением
7. Исследование процесса лазерной наплавки шликерных покрытий
8. Исходные материалы для нанесения газотермических покрытий
9. Плазмообразующие газы для напыления
10. Установки для плазменного напыления
11. Установки для электродуговой металлизации
12. Оборудование для детонационно-газового нанесения покрытий
13. Установки для газопламенного напыления

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. Средства дефектации деталей
2. Сравнительные характеристики способов восстановления. Специальные способы восстановления
3. Отличительные особенности способов напыления
4. Назначение различных типов наплавленного металла.
5. Образование и структурные особенности напыленного покрытия
6. Схемы легирования при наплавке под слоем флюса.
7. Виды шлаков и их влияние на процесс ЭШН
8. Основные схемы питания порошком при плазменной наплавке
9. Вспомогательное оборудование для электроннолучевой наплавки
10. Особенности наплавки шликерных покрытий
11. Марки наплавочных материалов. Стандарты обозначения
12. Самофлюсующиеся порошки
13. Влияние скорости частицы на процесс взаимодействия с поверхностью при напылении
14. Плазмообразующие газы
15. Схемы металлизаторов для электродугового напыления
16. Процесс транспортировки порошков при газопламенном напылении
17. Способы повышения прочности сцепления покрытия с основой при напылении
18. Наплавление осаждением пленок в вакууме
19. Вакуумное оборудование
20. Основные агрегатные узлы оборудования для напыления

21. Аппаратура для регулирования расхода газов и их смесей

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

Билет № 1

1. Характеристика поверхностей, подлежащих восстановлению.
2. Технологические особенности наплавки газовым пламенем различных металлов.
3. Принципиальная схема процесса электродуговой металлизации. В чём перспективность методов газотермического нанесения покрытий?

Билет № 2

1. Порошковая проволока для наплавки: примеры, способы наплавки, типовые объекты, твердость наплавленного ею металла.
2. Принципиальные схемы плазменной наплавки.
3. Плазмообразующие газы для напыления покрытий.
4. Строение покрытия, полученного напылением.

Билет № 3

1. Классификация способов наплавки (М, ТМ, Т).
2. Порошки для плазменной наплавки.
3. Принципиальная схема работы электродугового металлизатора. Детонационно-газовое напыление: схема, основные параметры процесса, материалы для напыления, достоинства, недостатки

Билет № 4

1. Преимущества и недостатки наплавки как способа восстановления деталей.
2. Автоматическая дуговая наплавка под слоем флюса.
3. Конструктивные параметры плазменного распылителя.
4. Подготовительные операции для напыления.

Билет № 5

1. Вибродуговая наплавка: схема, параметры режима, присадочные материалы, достоинства, недостатки, области рационального применения.
2. Схемы плазмотронов прямого и косвенного действия, их назначение.
3. Классификация газотермических методов нанесения покрытий.

4. Влияние параметров режима плазменного нанесения покрытий на эффективность процесса.

Билет № 6

1. Техника и технология газопламенной наплавки.
2. Последующая обработка изделий и контроль качества наплавки.
3. Формирование покрытия при напылении.
4. Прочность сцепления покрытия с основным материалом и сцепление между частицами в покрытии.

Билет № 7

1. Схемы подачи порошка в плазмотрон при наплавке.
2. Требования к флюсам для электрошлаковой наплавки.
3. Порошковая лента для наплавки: строение, толщина, ширина, особенности применения, марки.
4. Конструктивные параметры плазменного распылителя.

Билет № 8

1. Восстановительная и изготовительная наплавка: особенности применения.
2. Схемы ручной дуговой наплавки лежащим и наклонным электродом.
3. Строение покрытия, полученного газотермическим напылением: особенности, недостатки.
4. Схема процесса детонационно-газового напыления покрытий.

Билет № 9

1. Современные схемы лазерной наплавки, их особенности.
2. Особенности ручной дуговой наплавки.
3. Цикличность процесса детонационно-газового напыления покрытий.
4. Сущность метода нанесения покрытий газопламенным напылением, его достоинства и недостатки.

Билет № 10

1. Схема газопламенного напыления проволокой.
2. Подготовка деталей к наплавке: очистка и подготовка поверхности.
3. Классификация видов газотермических покрытий.
4. Газовое пламя как источник нагрева и распыления материала.

Билет № 11

1. Определение технологического процесса наплавки по ГОСТ 2601-84. Виды и способы наплавки.
2. Ручная дуговая наплавка покрытыми электродами. Достоинства и недостатки процесса.
3. Схема процесса газопорошкового напыления покрытий.

4. Строение газотермического покрытия.

Билет № 12

1. Дефектация деталей перед наплавкой.
2. Параметры газопламенного нанесения покрытий.
3. Влияние параметров газопламенного нанесения покрытий на их качество.
4. Формирование потока напыляемого материала.

Билет № 13

1. Особенности ручной дуговой наплавки «углом вперед» и «углом назад».
2. Виды дефектов при наплавочных работах.
3. Подготовка газов, материалов и поверхностей деталей перед напылением.
4. Способы изготовления порошков для газотермического напыления.

Билет № 14

1. Определение понятий а) наплавка, б) восстановительная наплавка, г) изготовительная наплавка.
2. Флюсы для автоматической дуговой наплавки под слоем флюса.
3. Активация и создание шероховатости напыляемой поверхности.
4. Исходные материалы для ГТНП.

Билет № 15

1. Раскисление и легирование сварочной ванны при ручной дуговой наплавке.
2. Достоинства и недостатки процесса электроннолучевой наплавки.
3. Хранение и контроль качества подготовленных для напыления деталей.
4. Формирование потока напыляемого материала.

Билет № 16

1. Общие представления о процессе образования соединения при плакировании взрывом.
2. Схема наплавки под слоем флюса одной сплошной проволокой.
3. Перспективность методов газотермического нанесения покрытий.
4. Газы и газовые смеси для ведения процесса плазменного напыления.

Билет № 17

1. Основные схемы процесса плакирования взрывом.
2. Многоэлектродная наплавка под слоем флюса.

3. Направления совершенствования процессов газотермического напыления покрытий.

4. Характеристики двухфазного потока.

Билет № 18

1. Области рационального применения процесса плакирования взрывом.

2. Сущность процесса электрошлаковой наплавки, достоинства и недостатки процесса.

3. Параметры режима ДГНП и их влияние на эффективность процесса.

4. Методы, регулирующие качество и прочность напылённых покрытий.

Билет № 19

1. Вибродуговая наплавка: схема процесса, достоинства, недостатки.

2. Контроль качества наплавленных покрытий.

3. Влияние технологических добавок на протекание детонационного взрыва при ДГНП.

4. Способы изготовления порошков для напыления

Билет № 20

1. Организация рабочего места и охрана труда при наплавке.

2. Требования к флюсам для электрошлаковой наплавки.

3. Преимущества и недостатки процесса ДГНП.

4. Основные компоненты оборудования для плазменного напыления.

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	Студент не знает значительной части программного материала.

(2)	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 «Наплавка и напыление» 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)