

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра обработки металлов давлением и сварки

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института

Могильная Е.П.
(подпись)
« 18 » 04 2023 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ПЛАЗМЕННОЕ НАНЕСЕНИЕ ПОКРЫТИЙ»

По направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение
Профиль: «Оборудование и технология сварочного производства»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

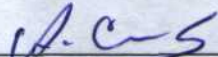
Рабочая программа учебной дисциплины «Плазменное нанесение покрытий ы» по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение. – ___ с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Плазменное нанесение покрытий» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 14 августа 2020 года № 1025.

СОСТАВИТЕЛЬ:

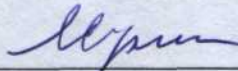
канд. техн. наук, доцент Бояршина Л.А.

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

Заведующий кафедрой
обработки металлов давлением и сварки  Стоянов А.А.

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

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

Председатель учебно-методической
комиссии института технологий и инженерной механики  Ясуник С.Н.

Структура и содержание дисциплины

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

Цель изучения дисциплины – формирование основ знаний и методологии инженерного творчества в производственной деятельности инженера-сварщика, приобретение студентами системы фундаментальных знаний по основным вопросам газотермического напыления покрытий, в частности, по плазменному напылению: механизму образования напылённого слоя; сущности физико-химических и термомеханических явлений; общим принципам технологии и особенностям плазменного напыления; способам изготовления порошков для напыления; оборудования, необходимого для осуществления процесса плазменного напыления, а также знаний сущности, технологии и разновидностей вакуумно-конденсационного напыления.

Задачи: овладение принципами и методами активизации инженерного творчества,

получение представления о методах газотермического напыления покрытий;

приобретение умения классифицировать различные процессы напыления по различным признакам;

изучение сущности, технологии и особенностей плазменного напыления;

научиться объяснять физико-химические процессы, происходящие при плазменном напылении;

научиться управлять качеством напыления различными способами;

научиться выбирать оптимальные материалы, способы подготовки поверхности под напыление, параметры режима и разрабатывать технологические процессы плазменного напыления.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Плазменное нанесение покрытий» относится к циклу дисциплин профессиональной и практической подготовки.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов», «Введение в инженерную деятельность», «Технология и оборудование сварки плавлением», «Наплавка и напыление» и служит основой для освоения НИРС, разработки курсовых проектов и магистерских диссертаций.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-2. Способность к руководству деятельности сварочного производства и обеспечением ее контроля	ПК 2.1. Знает методы исследования и проводить эксперименты по совершенствованию методов и технологии по	знать: роль, значение и возможности технологий нанесения покрытий; методы нанесения газотермических покрытий;

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
	<p>выполнению сварочных работ.</p> <p>ПК 2.2. Умеет проводить научно-исследовательские и экспериментальные работы по сварочному производству.</p> <p>ПК 2.3. Владеет методами проведения исследований и разработок в области совершенствования технологии и организации сварочных работ, а, так же, навыками контроля за обеспечением производства необходимой нормативной, технической и производственно-технологической документацией.</p>	<p>механизм и кинетику физико-химических процессов формирования сцепления напыляемых частиц;</p> <p>строение и свойства напыляемой поверхности; особенности формирования напыляемого материала;</p> <p>материалы, используемые для нанесения покрытий, и способы их изготовления;</p> <p>технологические особенности газотермических методов нанесения покрытий;</p> <p>характеристики и рекомендации по выбору оборудования для процессов нанесения покрытий;</p> <p>методы контроля качества покрытий</p> <hr/> <p>уметь: выбирать методы нанесения покрытий на упрочняемые или восстанавливаемые детали;</p> <p>выбирать необходимые материалы для плазменного нанесения покрытий;</p> <p>разрабатывать технологические процессы нанесения покрытий</p> <hr/> <p>владеть: анализом методов плазменного напыления</p>

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)	180 (5,0 зач. ед)	180 (5,0 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	60	12

В том числе:		
Лекции	24	4
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	24	4
Лабораторные работы	24	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	108	172
Итоговая аттестация	экзамен	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение.

Цели и задачи курса. Нанесение и структура покрытий. Методы нанесения покрытий. Плазменное распыление

Тема 2. Термическое и гидродинамические параметры взаимодействия частиц с поверхности изделия

Тепловые процессы на поверхности основы. Температура контакта. Термический цикл сферической частицы.

Тема 3. Формирование потока напыляемого материала.

Основные задачи распыления. Дуговой разряд. Электродуговая металлизация. Плазменное распыление.

Тема 4. Образование покрытия.

Пространственно-временные условия. Энергия активации. Объемное взаимодействие. Формирование слоя покрытия и его свойства. Требования, предъявляемые к поверхности. Классификация покрытий. Основные методы нанесения неорганических покрытий. Схема процесса и основные параметры газотермического и вакуумного конденсационного нанесения покрытий.

Тема 5. Строение и свойства напыляемой поверхности.

Методы поиска новых творческих решений. Понятие об эвристике и общая характеристика методов активизации творческой деятельности. Сущность эвристики. Назначение методов активизации творческой деятельности и их классификация.

Тема 6. Морфологический анализ

Поверхность твердого тела. Физическая неоднородность. Химическая неоднородность. Поверхностная энергия. Адсорбция. Окисление

Тема 7. Технологические особенности газотермических методов напыления покрытий.

Методы газотермического напыления и их классификация.

Формирование потока напыляемых частиц и покрытия. Основные общие параметры газотермического напыления и их влияние на эффективность процесса. Способы и технологические особенности плазменного напыления. Параметры режима плазменного напыления и их влияние на эффективность процесса. Области применения плазменного напыления и перспективы развития. Преимущества и недостатки метода.

Способы и технологические особенности газопламенного напыления. Газовой пламя, как источник нагрева и распыление материала. Технические особенности способов газопламенного напыления. Параметры газопламенного напыления и их влияние на эффективность процесса. Области применения. Преимущества и недостатки. Экономическая эффективность. Перспективы развития.

Способы и технологические особенности детонационно-газового напыления. Детонационный взрыв газовой смеси и продукты его распада - источник нагрева и распыления материала. Технологические особенности способа детонационно-газового напыления. Энергетические параметры режима работы детонационно-газового распылителя. Преимущества и недостатки. Экономическая эффективность. Перспективы развития.

Способы и технологические особенности электродуговой металлизации. Дуга как источник нагрева распыляемого материала. Технологические особенности способов электродуговой металлизации. Режимы электродуговой металлизации и их влияние на эффективность процесса. Высокочастотная металлизация и ее технологические особенности.

Тема 8. Оборудование для газотермического напыления покрытия.

Функциональные схемы установок для газотермического напыления. Общие требования, предъявляемые к установкам. Распылительные устройства установок для газотермического напыления. Энергопитание установок для газотермического напыления. Механизмы подачи распыляемого материала в установках для газотермического напыления. Система газолитания в установках для газотермического напыления.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение.	2	
2	Термическое и гидродинамические параметры взаимодействия частиц с поверхности изделия	4	1
3	Формирование потока напыляемого материала.	2	
4	Образование покрытия.	2	1
5	Строение и свойства напыляемой поверхности.	2	1
6	Морфологический анализ	4	
7	Технологические особенности газотермических методов напыления покрытий.	4	1
8	Оборудование для газотермического напыления покрытия.	4	
Итого:		24	4

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Определение толщины вакуумных конденсационных покрытий интерферометрическим методом.	2	

2	Определения пористости газотермических покрытий.	2	
3	Определение прочности сцепления и когезионной прочности покрытий.	4	1
4	Определение микротвердости газотермических покрытий.	4	
5	Металлографический анализ газотермических покрытий.	4	1
6	Испытания газотермических покрытий на износ и определения их антифрикционных свойств.	4	1
7	Влияние режимов электроэрозионной обработки покрытий на шероховатость обработанных поверхностей.	4	1
Итого:		24	4

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Исследование влияния режимов струйноабразивной обработки поверхности основы перед напылением на прочность сцепления плазменных покрытий	4	
2	Изучение особенностей математического моделирования процессов ускорения и нагрева частиц порошка в плазменной струе	4	
3	Изучение особенностей компьютерного моделирования нагрева порошковых материалов при плазменном напылении с использованием ППП "CASPS" "	2	
4	Исследование влияния реакции экзотермического взаимодействия в напыляемых частицах на прочность сцепления плазменных покрытий	4	
5	Исследование влияния режимов плазменно - порошкового напыления на прочность сцепления покрытия с основой	4	
6	Изучение конструкции установки для плазменно-порошкового напыления покрытий и исследование ее работы	4	
7	Изучение конструкции и исследование работы электронно-лучевой установки для вакуумного конденсационного напыления покрытий	2	
Итого:		24	

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Усвоение текущего материала	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Подготовка к экзамену	14	40
2	Исследование процессов плазменного нанесения и упрочнения покрытий		14	20
3	Моделирование теплового процесса нанесения покрытий		14	20
4	Методы контроля качества вакуумно-плазменных покрытий		12	20

5	Вакуумные ионно-плазменные методы нанесения тонкопленочных покрытий		14	18
6	Вакуумные ионно-плазменные методы нанесения тонкопленочных покрытий		14	18
7	Конструкции генераторов плазмы и источников ионов		12	18
8	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям		14	18
Итого:			108	172

4.7. Курсовые проекты

Учебным планом не предусмотрено выполнение курсовой работы.

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-информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Кудинов В.В., Бобров Г.В. Нанесение покрытий напылением. Теория, технология и оборудование / В.В. Кудинов, Г.В. Бобров. Под ред. Б.С. Митина // Учебник. М.: Металлургия, 1992. 432 с.

2. Лашенко Г.И. Плазменное упрочнение и напыление. – К.: «Экотехнология», 2003. – 64 с.;

3. Порошковая металлургия и напыленные покрытия: Учебник для вузов. В.Н. Анциферов, Г.В. Бобров, Л. К. Дружинин и др. - М.: Металлургия, 1987. - 792 с.

б) дополнительная литература:

4. Петров С.В., Сааков А.Г. Плазма продуктов сгорания в инженерии

поверхности. - Киев: ТОПАС, 2000. - 220 с.

5. Хасуй А. Техника напыления. Пер. с японского. М.: Машиностроение, 1975. – 288 с.

6. Хасуй А., Моригаки О. Наплавка и напыление / Пер. с яп. Х12 В.Н. Попова; Под ред. В.С. Степина, Н.Г. Шестеркина. – М.: Машиностроение, 1985 – 240 с.

7. Металлические и керамические покрытия / М. Хокинг, В. Васантасри, П. Сидки // М.: Мир, 2000, 516 с.

8. Технология и оборудование вакуумного напыления / М.М. Никитин // Учебное пособие. - М.: Металлургия, 1992, 238 с.

в) методические указания:

1. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Плазменное нанесение покрытий» для магистров дневной и заочной форм обучения по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроения, магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства»/ /Сост: Л.А.Бояршина. - Луганск: ЛНУ им В. Даля, 20__ . - __ с.

2. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Плазменное нанесение покрытий» для магистров дневной и заочной форм обучения по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроения, магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства»/ /Сост: Л.А.Бояршина. - Луганск: ЛНУ им В. Даля, 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 «Плазменное нанесение покрытий» 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	FirefoxMozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	MozillaThunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	FarManager	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

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт

оценочных средств по учебной дисциплине

«Теоретические основы соединения разнородных и неметаллических материалов»

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-2	ПК-2. Способность к руководству	ПК 2.1. Знает методы исследования и проводить	Тема 1. Введение.	2
				Тема 2. Термическое и	2

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
		деятельности сварочного производства и обеспечением ее контроля	эксперименты по совершенствованию методов и технологии по выполнению сварочных работ. ПК 2.2. Умеет проводить научно-исследовательские и экспериментальные работы по сварочному производству. ПК 2.3. Владеет методами проведения исследований и разработок в области совершенствования технологии и организации сварочных работ, а, так же, навыками контроля за обеспечением производства необходимой нормативной, технической и производственно-технологической документацией.	гидродинамические параметры взаимодействия частиц с поверхностью изделия Тема 3. Формирование потока напыляемого материала. Тема 4. Образование покрытия. Тема 5. Строение и свойства напыляемой поверхности. Тема 6. Морфологический анализ Тема 7. Технологические особенности газотермических методов напыления покрытий. Тема 8. Оборудование для газотермического напыления покрытия.	2 2 2 2 2

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-2. Способность к руководству деятельности сварочного производства и	ПК 2.1. Знает методы исследования и проводить эксперименты по совершенствованию	Знать: основные факторы, определяющие качество продукции на этапах	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4 Тема 5, Тема 6,	комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
	обеспечением ее контроля	методов и технологии по выполнению сварочных работ. ПК 2.2. Умеет проводить научно-исследовательские и экспериментальные работы по сварочному производству. ПК 2.3. Владеет методами проведения исследований и разработок в области совершенствования технологии и организации сварочных работ, а, так же, навыками контроля за обеспечением производства необходимой нормативной, технической и производственно-технологической документацией.	жизненного цикла сварных конструкций; сущность базовых принципов менеджмента качества продукции; статистические методы оценки качества продукции; базовые требования к управлению качеством, содержащиеся в международных стандартах; элементы системы менеджмента качества; ответственность персонала с позиции управления качеством; процедуры сертификации персонала, материалов, технологий и оборудования в сварочном производстве.	Тема 7, Тема 8	практическим работам, задания по лабораторным работам, рефераты, экзамен

**Фонды оценочных средств по дисциплине
«Плазменное нанесение покрытий»**

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

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)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
	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 практическим работам:

1. Определение толщины вакуумных конденсационных покрытий интерферометрическим методом.
2. Определения пористости газотермических покрытий.
3. Определение прочности сцепления и когезионной прочности покрытий.
4. Определение микротвердости газотермических покрытий.
5. Металлографический анализ газотермических покрытий.
6. Испытания газотермических покрытий на износ и определения их антифрикционных свойств.
7. Влияние режимов электроэрозионной обработки покрытий на шероховатость обработанных поверхностей.

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

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

Задания по лабораторным работам:

1. Исследование влияния режимов струйноабразивной обработки поверхности основы перед напылением на прочность сцепления плазменных покрытий
2. Изучение особенностей математического моделирования процессов ускорения и нагрева частиц порошка в плазменной струе
3. Изучение особенностей компьютерного моделирования нагрева порошковых материалов при плазменном напылении с использованием ППП "CASPS" "
4. Исследование влияния реакции экзотермического взаимодействия в напыляемых частицах на прочность сцепления плазменных покрытий
5. Исследование влияния режимов плазменно - порошкового напыления на прочность сцепления покрытия с основой
6. Изучение конструкции установки для плазменно-порошкового напыления покрытий и исследование ее работы
7. Изучение конструкции и исследование работы электронно-лучевой установки для вакуумного конденсационного напыления покрытий

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

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

Темы рефератов:

1. Исследование процессов плазменного нанесения и упрочнения покрытий
2. Моделирование теплового процесса нанесения покрытий
3. Методы контроля качества вакуумно-плазменных покрытий
4. Вакуумные ионно-плазменные методы нанесения тонкопленочных покрытий
5. Вакуумные ионно-плазменные методы нанесения тонкопленочных покрытий
6. Конструкции генераторов плазмы и источников ионов

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

Разработать технологический процесс восстановления одним из методов напыления изношенной поверхности пуансона вырубного штампа для ЗАО «Машиностроительный завод им. А.Я. Пархоменко».

Исходные данные:

Деталь – цилиндрическое тело массой 0,045 кг, длиной 23 мм, диаметром 22 мм.

Материал детали – сталь ШХ-15.

Износ – с плоской рабочей поверхности, величина износа 0,5 мм.

БИЛЕТ № 2

Выбрать оптимальный Билет № напыления с целью восстановления геометрических размеров изношенной в процессе эксплуатации детали.

Исходные данные:

Деталь – клапан механического насоса, обеспечивающего создание промежуточного вакуума в установке для электронно-лучевой сварки.

Материал детали - сталь 12Х13.

Износ - с бокового пояса диаметром 60 мм, высотой 3 мм, величина износа 0,4 мм.

БИЛЕТ № 3

Разработать технологический процесс упрочнения в процессе изготовления детали наиболее приемлемым методом напыления.

Исходные данные:

Деталь – плунжер гидронасоса массой 0,127 кг.

Материал детали – сталь конструкционная обычного качества марки ВСтЗсп.

Толщина напыленного слоя на плоскости рабочей поверхности – 0,5 мм.

БИЛЕТ № 4

Разработать технологический процесс восстановления напылением покрытия, подобрать необходимые для выполнения процесса материалы и оборудование, а также параметры режима напыления гнезд блока под вкладыши коренных подшипников.

Исходные данные:

Материал – сталь конструкционная подшипниковая ШХ4.
Износ – по рабочей поверхности, величина износа 0,36 мм.

БИЛЕТ № 5

Выбрать оптимальный Билет № газотермического напыления применительно к исправлению дефектов литья на шейках прокатных валков, выпускаемых Лутугинским объединением прокатных валков.

Исходные данные:

Деталь – тело вращения цилиндрической формы, массой 200 кг, диаметр шейки валка 100 мм.

Дефекты литья – поры, раковины диаметром до 2 мм.

Материал валка – сталь инструментальная 75ХМ.

БИЛЕТ № 6

Разработать технологический процесс исправления дефектов механической обработки на бочках прокатных валков рельсобалочного и сортового станков, выпускаемых Лутугинским объединением прокатных валков.

Исходные данные:

Деталь – тело цилиндрической формы, диаметром 900 мм.

Материал – сталь инструментальная валковая 9Х2МФ.

Дефекты механической обработки – риски, царапины на рабочей поверхности валка (бочке) глубиной до 1 мм.

Твердость основного материала - НВ 352 – 429.

БИЛЕТ № 7

Разработать технологический процесс плазменного напыления с целью восстановления после эксплуатации геометрических размеров коленчатого вала автомобиля ГАЗ

Исходные данные:

Материал детали – сталь конструкционная легированная 30ХГСА.

Износ – по рабочей поверхности коленчатого вала, величина износа до 0,6 мм.

БИЛЕТ № 8

Разработать технологический процесс упрочнения гильз цилиндров дизеля тепловоза для ООО «Лугамаш».

Исходные данные:

Материал детали – сталь конструкционная повышенной обрабатываемости марки А12, твердость НВ 167 – 217.

Толщина напыления 0,5 мм.

БИЛЕТ № 9

Разработать технологический процесс, дать рекомендации по подбору необходимого оборудования и материалов для упрочнения втулок карданных валов дизель-поезда, выпускаемого ООО «Лугамаш».

Исходные данные:

Материал детали – сталь конструкционная легированная марки 35ХГСА, твердость НВ 322.

Толщина напыления - до 0,6 мм.

БИЛЕТ№ 10

Найти оптимальный Билет№ упрочнения и разработать для этого технологический процесс напыления покрытия, подобрав при этом необходимые оборудование и материалы, применительно к моторно-осевым подшипникам блоков тепловоза.

Исходные данные:

Материал детали – сталь конструкционная подшипниковая марки ШХ4, твердость HRC 37-42.

Толщина напыленного слоя – до 0,45 мм.

БИЛЕТ№ 11

Разработать технологический процесс упрочнения одним из методов газотермического напыления сегмента реверсора тепловоза на ООО «Лугамаш».

Исходные данные:

Материал детали – сталь конструкционная рессорно-пружинная марки 55С2, твердость не более НВ 222.

Толщина напыления – до 0,4 мм.

БИЛЕТ№ 27

Выбрать оптимальный Билет№ напыления вала охлаждения тяговых электродвигателей с целью восстановления геометрических размеров поле износа.

Исходные данные:

Материал детали – сталь конструкционная теплоустойчивая 15ХМ, твердость НВ156.

Толщина напыления – до 0,4 мм.

БИЛЕТ№ 28

Разработать технологический процесс восстановления методом газотермического напыления, подобрав необходимые материалы и оборудование, а также режимы напыления, вала водяного насоса дизеля, выпускаемого ГХК «Лугансктепловоз» дизель-поезда.

Исходные данные:

Материал детали – сталь конструкционная легированная марки 15Х, твердость НВ 179

Износ – по рабочей поверхности, величина износа 0,3 мм.

БИЛЕТ№ 29

Разработать технологический нанесения покрытия на посадочные места под подшипники методом детонационно-газового напыления. Выбрать

необходимые для выполнения процесса оборудование и материалы, назначить параметры режима напыления.

Исходные данные:

Материал детали – сталь конструкционная подшипниковая ШХ15СГ, твердость НВ 179-217.

Толщина напыления – 0,5 мм.

БИЛЕТ № 30

Разработать технологический процесс плазменного напыления с целью упрочнения инструмента для прессования порошковых изделий.

Исходные данные:

Материал деталей – сталь конструкционная легированная марки 45Х, твердость НВ 167-207.

Толщина напыления – 0,4 мм.

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 «Плазменное нанесение покрытий» предусматривает практические и лабораторные занятия, реферат и самостоятельную работу студентов.

Текущий контроль осуществляется в процессе проведения практических и 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)