Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Исаев Игорь Магомедович
Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам
Дата подписания: 15.11.2023 15:13:16
Уникальный программный ключ:
d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Защитные покрытия на металлопродукции

Закреплена за подразделением Кафедра металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов

Направление подготовки 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Квалификация	**Инженер-исследователь**	
Форма обучения	**очная**	
Общая трудоемкость	**4 ЗЕТ**	
Часов по учебному плану	144	Формы контроля в семестрах:
в том числе:		экзамен 9
аудиторные занятия	102	
самостоятельная работа	15	
часов на контроль	27	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**9 (5.1)**		Итого	
Недель	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	68	68	68	68
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	102	102	102	102
Контактная работа	102	102	102	102
Сам. работа	15	15	15	15
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

кхн, доцент, Душик Владимир Владимирович

Рабочая программа

Защитные покрытия на металлопродукции

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, 22.03.02-БМТ-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра металлургии стали, новых производственных технологий и защиты металлов

Протокол от 09.06.2022 г., №11

Руководитель подразделения А.В. Дуб

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ	
1.1	Цель: дать понимание теоретических основ выбора и процессов получения защитных покрытий на металлопродукции.
1.2	
1.3	Задачи: научить
1.4	
1.5	- использовать стандарты, регламентирующие свойства и критерии выбора защитных и функциональных покрытий промышленного назначения;
1.6	
1.7	- использовать данные о составе, структуре и механических характеристиках металлических конструкционных материалов, а также об условиях эксплуатации изделий для выбора типа, состава, толщины и прочих свойств покрытий, а также методов подготовки поверхности и технологии нанесения покрытий;
1.8	
1.9	- применять методы аттестации и контроля качества покрытия с использованием современных приборов и оборудования;

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Блок ОП:	Б1.В.ДВ.13
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Закономерности и механизмы формирования материалов в аддитивных технологиях
2.1.2	Закономерности, механизмы и диагностика процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза
2.1.3	Информационные технологии управления металлургическими печами
2.1.4	Конструирование литейной оснастки, раздел 2
2.1.5	Логистика вторичных ресурсов
2.1.6	Металловедение, часть 2
2.1.7	Металлургия благородных металлов
2.1.8	Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов
2.1.9	Метрология, стандартизация и методы контроля и анализа веществ
2.1.10	Модельное производство
2.1.11	Огнеупоры металлургического производства
2.1.12	Основы промышленного дизайна и ювелирного дела
2.1.13	Пористые порошковые материалы. Порошковые материалы для узлов трения. Порошковые алмазосодержащие материалы.
2.1.14	Производство отливок из стали и чугуна
2.1.15	Производство тяжелых цветных металлов
2.1.16	Производство ферросплавов
2.1.17	Разливка стали и спецэлектрометаллургия
2.1.18	Технологические линии и комплексы ОМД
2.1.19	Физико-механические свойства металлов
2.1.20	Химия окружающей среды
2.1.21	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД
2.1.22	Современные инструментальные методы и средства контроля параметров работы металлургических агрегатов
2.1.23	Компьютерное проектирование процессов и технологий ОМД
2.1.24	Конструирование литейной оснастки, раздел 1
2.1.25	Металловедение, часть 1
2.1.26	Металлургия тугоплавких и рассеянных редких металлов
2.1.27	Металлургия тяжелых цветных металлов
2.1.28	Методы анализа структуры металлов и сплавов
2.1.29	Метрология и измерительная техника
2.1.30	Производство отливок из сплавов цветных металлов
2.1.31	Современные методы производства сплошных и полых изделий
2.1.32	Теория и технология производства стали в электропечах
2.1.33	Теплотехника и экодизайн металлургических печей
2.1.34	Технологии и оборудование для модификации поверхности

2.1.35	Технология композиционных материалов
2.1.36	Инжиниринг машин и агрегатов производства металлоизделий
2.1.37	Логистика и экодизайн технологий чёрной металлургии
2.1.38	Металлургия алюминия и магния
2.1.39	Многокомпонентные диаграммы состояния
2.1.40	Научные основы нанесения покрытий
2.1.41	Основы бизнеса в металлургии
2.1.42	Основы электрометаллургического производства
2.1.43	Производство стали в конвертерах
2.1.44	Процессы формования и спекания металлических порошков
2.1.45	Ресурсосбережение и экология современных процессов обработки металлов давлением
2.1.46	Рециклинг металлов
2.1.47	Теория термической обработки металлов и основы эксперимента
2.1.48	Технология литейного производства
2.1.49	Физико-химические процессы в литейном производстве
2.1.50	Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов
2.1.51	Инженерные расчеты в металлургии
2.1.52	Методы исследования свойств металлов и сплавов
2.1.53	Организация и математическое планирование эксперимента
2.1.54	Органическая химия в металлургии
2.1.55	Основы пиро- и гидрометаллургического производства
2.1.56	Основы теории литейных процессов
2.1.57	Потребительские свойства металлургической продукции
2.1.58	Процессы получения металлических порошков
2.1.59	Сырьевая и энергетическая безопасность предприятий
2.1.60	Теория обработки металлов давлением и физические основы пластической деформации
2.1.61	Термодинамика и кинетика металлургических процессов
2.1.62	Технологические измерения и приборы
2.1.63	Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов
2.1.64	ARTCAD
2.1.65	Обогащение руд
2.1.66	Оборудование для процессов порошковой металлургии
2.1.67	Оборудование и технологии сталеплавильных цехов
2.1.68	Основы минералогии и петрографии
2.1.69	Прикладная кристаллография
2.1.70	Проектирование технологии изготовления отливок
2.1.71	Теория индустриальных процессов деформационной обработки металлов и сплавов
2.2	**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Автоматизация машин и агрегатов ОМД
2.2.2	Диагностика и экспертиза коррозионных разрушений металлов
2.2.3	Дизайн литого изделия
2.2.4	Компьютерное проектирование и инжиниринг
2.2.5	Материаловедческие основы производства твердых сплавов
2.2.6	Мониторинг работы металлургического предприятия
2.2.7	Основы теории сварки и пайки литых изделий
2.2.8	Отливки для металлургической и горнодобывающей отраслей
2.2.9	Порошковые материалы для электротехнической промышленности. Тугоплавкие порошковые материалы
2.2.10	Прикладная термодинамика и кинетика металлургических процессов
2.2.11	Промышленная экология и технологии декарбонизации
2.2.12	Разливка стали и спецэлектрометаллургия
2.2.13	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства благородных металлов
2.2.14	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства меди, никеля и сопутствующих элементов

2.2.15	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства тугоплавких и рассеянных редких металлов
2.2.16	СВС-технологии получения неорганических материалов
2.2.17	Теплоэнергетика и вторичные энергоресурсы
2.2.18	Технологии Big Data
2.2.19	Технология индустриальных процессов деформационной обработки металлов и сплавов
2.2.20	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД
2.2.21	Экодизайн и зеленые технологии
2.2.22	Экология литейного производства
2.2.23	Автоматизация процессов экстракции
2.2.24	Анализ данных и аналитика в принятии решений
2.2.25	Аффинаж благородных металлов
2.2.26	Дефекты в отливках, способы выявления и устранения
2.2.27	Защита интеллектуальной собственности и патентоведение
2.2.28	Инженерия биоповерхностей
2.2.29	Инновационное производство высоколегированной стали и сплавов
2.2.30	Конструирование и моделирование металлических материалов
2.2.31	Материалы на основе углерода
2.2.32	Металловедение, часть 3
2.2.33	Металлургические методы переработки промышленных и бытовых отходов
2.2.34	Методы и инструменты бережливого производства
2.2.35	Моделирование литейных процессов
2.2.36	Оборудование и технологии специальной электрометаллургии
2.2.37	Обращение со шлаками и шламами
2.2.38	Планирование эксперимента
2.2.39	Разработка и реализация предпринимательских проектов
2.2.40	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства алюминия и магния
2.2.41	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства свинца, цинка и сопутствующих элементов
2.2.42	Современные методы металлургии и машиностроения
2.2.43	Современные технологические решения в деформационной обработке металлов и сплавов
2.2.44	Технология производства твердых сплавов
2.2.45	Экологическая экспертиза
2.2.46	Научно-исследовательская работа
2.2.47	Научно-исследовательская работа
2.2.48	Научно-исследовательская работа
2.2.49	Научно-исследовательская работа
2.2.50	Научно-исследовательская работа
2.2.51	Научно-исследовательская работа
2.2.52	Научно-исследовательская работа
2.2.53	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.54	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.55	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.56	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.57	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.58	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.59	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ
ПК-4: Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке
Знать:
ПК-4-З1 - типы и классы современных и перспективных неорганических и/или органических материалов и технологических процессов их получения, обработки и модификации;
ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов

Знать:
ПК-2-З1 современные проблемы теоретического и прикладного материаловедения и технологии материалов применительно к различным областям техники и технологии;
ПК-4: Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке
Уметь:
ПК-4-У1 Проводить научно-исследовательские работы и (или) опытно-конструкторские разработки в области материаловедения и технологии материалов по тематике организации.
ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов
Уметь:
ПК-2-У1 Использовать современные информационно-коммуникационные и расчетно-аналитические технологии, методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов в деятельности в области материалове-дения и технологии материалов.
Владеть:
ПК-2-В1 Способность находить и получать необходимые данные об объекте исследования, осуществлять поиск литературы, критически использовать базы данных и другие источники информации, осуществлять моделирование объектов и процессов, а также исследовать применение новейших технологий.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Введение							
1.1	Классификация покрытий и методов их нанесения. /Лек/	9	6	ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-З1 ПК-4-У1	Л1.1 Э1			
1.2	Технологические операции нанесения защитных покрытий /Лек/	9	6	ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-З1 ПК-4-У1	Л1.1 Э1		КМ1	
	Раздел 2. Методы нанесения покрытий							
2.1	Электрохимическая металлизация и методы получения конверсионных покрытий /Лек/	9	6	ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-З1 ПК-4-У1	Л1.2 Э1			
2.2	Химическая металлизация и методы нанесения конверсионных покрытий /Лек/	9	10	ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-З1 ПК-4-У1	Л1.2 Э1			
2.3	Газотермическое напыление и наплавка металлических и композиционных покрытий /Лек/	9	10	ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-З1 ПК-4-У1	Л1.1			
2.4	Методы нанесения покрытий из газовой фазы. Вакуумное напыление (PVD) и химическое осаждение из газовой фазы (CVD) /Лек/	9	10	ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-З1 ПК-4-У1	Л1.7 Э1			
2.5	Параметры процесса электроосаждения. Свойства электролита. /Пр/	9	6	ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-З1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Э1			
2.6	Параметры процесса химической металлизации. Особенности бестоковых методов нанесения покрытий. /Пр/	9	4	ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-З1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Э1			

2.7	Параметры процессов газотермического напыления. /Пр/	9	2	ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-З1 ПК-4-У1	Л1.1			
2.8	Параметры процессов осаждения покрытий из газовой фазы. Влияние на свойства покрытий. /Пр/	9	2	ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-З1 ПК-4-У1	Л1.7 Э1			
2.9	Возможности и ограничения методов нанесения покрытий. /Пр/	9	2	ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-З1 ПК-4-У1	Л1.1 Э1			
2.10	Подготовка к практическим занятиям по разделу "Методы нанесения покрытий" /Ср/	9	10	ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-З1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Э1 Э2		КМ2	
	Раздел 3. Стандартизация и контроль качества							
3.1	Аттестация и контроль качества покрытий /Лек/	9	10	ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-З1 ПК-4-У1	Л1.1 Э1			
3.2	Стандарты ЕСЗКС для защитных покрытий на металлопродукции /Лек/	9	10	ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-З1 ПК-4-У1	Л1.1 Э1 Э2			
3.3	Методы определения механических свойств покрытий. Измерение и расчет твердости материалов. Метод Оливера -Фарра. Методы определения износостойкости. /Пр/	9	4	ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-З1 ПК-4-У1	Л1.6		КМ3	
3.4	Методы определения и расчет пористости покрытий. /Пр/	9	2	ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-З1 ПК-4-У1	Л1.6 Э1			
3.5	Методы определения и расчет толщины покрытий /Пр/	9	2	ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-З1 ПК-4-У1	Л1.6 Э1			
3.6	Методы определения состава покрытий. Спектрометрия и дифрактометрия. /Пр/	9	4	ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-З1 ПК-4-У1	Л1.3 Э1			
3.7	Структура покрытий. Оптическая и электронная микроскопия. /Пр/	9	4	ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-З1 ПК-4-У1	Л1.3 Э1			
3.8	Антикоррозионные характеристики покрытий. /Пр/	9	2	ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-З1 ПК-4-У1	Л1.4 Л1.5 Э1 Э2			
3.9	Подготовка к практическим занятиям по разделу "Стандартизация и контроль качества" /Ср/	9	5	ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-З1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Э1 Э2		КМ4	Р1

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа 1	ПК-2-З1;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-З1;ПК-4-У1	1. Что такое покрытие? 2. Когда применение защитных покрытий целесообразно? 3. От каких факторов разрушающего воздействия защищают покрытия? 4. Какие материалы могут быть нанесены в качестве защитных покрытий? 5. Каковы основные принципы нанесения защитных покрытий? 6. Каковы основные методы формирования защитных покрытий из жидких сред? 7. Каковы основные методы формирования защитных покрытий из газовых сред? 8. Каковы основные методы формирования защитных покрытий с использованием твердых исходных материалов? 9. Каковы основные характеристики защитных покрытий? 10. Основные цели проведения подготовительных операций перед нанесением за-щитных покрытий. 11. Методы обезжиривания. 12. В чем преимущество и недостатки применения ультразвуковой обработки в опе-рациях обезжиривания и травления? 13. Цели и задачи травления поверхности изделия. 14. Какие операции очистки поверхности можно проводить in situ? 15. Механические операции подготовки поверхности и финишной обработки покры-тия.
КМ2	Контрольная работа 2	ПК-2-З1;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-З1;ПК-4-У1	1. Дать определение равновесному, стандартному и стационарному потенциалам. 2. Как, исходя из законов Фарадея, определить время электролиза и толщину покры-тия? 3. Определить, анодными или катодными по отношению к углеродистой стали явля-ются покрытия медью, никелем, хромом, кадмием, цинком в 3%-м растворе NaCl. 4. Перечислить преимущества электролитического нанесения покрытий сплавами по сравнению с другими способами получения таких покрытий. 5. Общая характеристика электролитов для нанесения гальванических покрытий. 6. Основные компоненты «гальванических ванн» и их назначение. 7. Влияние температуры, силы тока, pH электролита на свойства гальванических по-крытий. 8. С какой целью хромируют стальные изделия? 9. Какими свойствами обладают композиционные покрытия? 10. В чем отличие химического и электрохимического способов получения осадков? 11. Какие свойства придают поверхности покрытия никелем? 12. Для каких целей применяют меднение? 13. Электролиты цинкования. 14. Дать определение термину «вентильный металл». 15. Основные физико-химические превращения при формировании защитных покры-тий на алюминии при его анодировании. 16. В чем отличие в механизме плазменно-электролитического оксидирования алю-миния от анодирования? 17. Преимущества ПЭО покрытий в сравнении с анодными покрытиями. 18. Принципы химической металлизации изделий. 19. Преимущества и недостатки химической металлизации в сравнении с электрохи-мической. 20. Принципы формирования конверсионных покрытий на металлах химическими методами. 21. Какие функции выполняет фосфатирование и хроматирование поверхности? 22. Растворы химического оксидирования железа и алюминия.

КМ3	Контрольная работа 3	ПК-2-З1;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-У1;ПК-4-З1	1. Принципы формирования покрытия газотермическими методами. 2. Перечислите современные газотермические методы нанесения покрытий. Дайте краткую характеристику каждому методу. 3. Возможности и ограничения газотермических методов 4. Структура и свойства газотермических покрытий. 5. Преимущества и недостатки газопламенного метода. 6. Преимущества и недостатки высокоскоростного газопламенного напыления. 7. Преимущества и недостатки детонационного метода. 8. Способы устранения дефектов в газотермических покрытиях. 9. Основные принципы нанесения покрытий из газовых сред. 10. В чем различие в механизме формирования покрытия методами CVD и PVD. 11. Общие ограничения газофазных методов нанесения покрытий

КМ4	Зачет	ПК-2-З1;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-З1;ПК-4-У1	1. В чем принципиальное отличие покрытий от пленок? 2. Когда применение защитных покрытий целесообразно? 3. От каких факторов разрушающего воздействия защищают покрытия? 4. Каковы основные принципы нанесения защитных покрытий? 5. Какие материалы могут быть нанесены в качестве защитных покрытий? 6. Каковы основные методы формирования защитных покрытий из жидких сред? 7. Каковы основные характеристики защитных покрытий? 8. Каковы основные функции подготовительных операций перед нанесением покрытий? 9. Какие методы применяют для получения шероховатости поверхности менее 1 мкм? 10. В чем причина ускорения процессов обезжиривания и травления при применении ультразвуковой обработки? 11. Каковы способы удаления адсорбированных слоев загрязнений с металлической поверхности? 12. В чем причина несоответствия реальной массы осажденного гальванического покрытия с рассчитанной по закону Фарадея? 13. Какие методы нанесения покрытий позволяют получать слои металлических сплавов на поверхности изделий? 14. Какие методы нанесения покрытий позволяют получать композиционные покрытия? 15. Каков механизм влияния блескообразующих добавок на свойства покрытий? 16. В чем отличие микро- и макрорассеивающей способности электролитов? 17. В чем причины возникновения гальванического питтинга в покрытии? 18. Каким условиям должен удовлетворять металл, чтобы его можно было получать электрохимическим методом? 19. Какие способы нанесения покрытий толщиной менее 1 мкм вы знаете? 20. Какие способы нанесения покрытий толщиной более 500 мкм вы знаете? 21. Какие мероприятия проводят для увеличения работоспособности электролитов гальванических ванн и плазменно - электролитического оксидирования? 22. В чем преимущества и недостатки химической металлизации и конверсии подложки в сравнении с их электрохимическими аналогами? 23. Какова роль температуры в процессах нанесения покрытий из жидких сред? 24. Какие материалы использую в качестве исходных для нанесения газотермических покрытий? 25. Какой газотермический метод позволяет достичь наименьшей сквозной пористости покрытия? 26. Какова движущая сила в процессе получения конверсионных покрытий элекрохимическим и химическим способом? 27. Какие параметры процесса газотермического напыления влияют на пористость получаемого покрытия? 28. Какие параметры процесса газотермического напыления влияют на адгезию получаемого покрытия? 29. Каковы способы нанесения порошковых материалов из химически активных металлов газотермическим методом? 30. Какие процессы в подложке может вызвать повышение температуры в процессе нанесения покрытия? 31. Каковы способы управления толщиной покрытия при его нанесении газотермическим методом? 32. Какие ограничения по геометрии деталей существуют при нанесении PVD покрытий? 33. В чем причина необходимости тщательной подготовки поверхности под PVD покрытие? 34. Какие материалы можно наносить методами PVD? 35. Почему структура PVD покрытий близка к аморфной? 36. Чем ограничивается толщина PVD покрытия? 37. Каковы методы устранения сквозной пористости в PVD

			покрытиях? 38. Каковы химические процессы при нанесении PVD покрытий? 39. В чем причина необходимости достижения глубокого вакуума для проведения PVD процесса? 40. Какова природа адгезии CVD покрытий на различных поверхностях? 41. Почему для CVD процессов не обязательно создание глубокого разрежения? 42. Каковы основные типы химических реакций при CVD синтезе? 43. Каковы способы хранения и доставки прекурсоров в процессах химического газофазного осаждения? 44. Каковы преимущества и недостатки реакторов с горячей стенкой? 45. Каковы основные способы управления строением PVD и CVD покрытий? 46. Какова роль промежуточных слоев при нанесении CVD покрытий на стальные изделия? 47. Перечислите способы получения покрытий на базе сплавов вольфрама. 48. Перечислите способы получения никелевых покрытий. 49. Перечислите способы получения оксидных покрытий. 50. Перечислите способы получения нитридных покрытий.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Эссе на заданную тему	ПК-2-З1;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-4-З1;ПК-4-У1	Научное эссе по индивидуальному заданию

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Студент получает зачет с положительной оценкой при условии сданных всех работ семестра: лабораторные работы, контрольных работ (1,2) и посещении лекций не менее 75%.

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в виде экзамена

Оценка «отлично» или «хорошо» ставится, если студент полно излагает изученный материал, обнаруживает понимание специфики вопроса, дает правильное определение основных понятий речевой коммуникации; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка; владеет навыками языкового анализа. Ответ не содержит фактические ошибки. Суммарное количество баллов за 2 контрольные работы не менее 16.
Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, т.е. обнаруживает понимание специфики вопроса, но при ответе не демонстрирует достаточной обоснованности суждений, и/или отчасти подменяет рассуждения пересказом текста, и/или допускает одну фактическую ошибку. Суммарное количество баллов за 2 контрольные работы не менее 10.
Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает незнание большей части материала, неверно отвечает на вопрос, даёт ответ, который содержательно не соотносится с поставленной задачей, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно излагает материал.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Лобанов М. Л., Кардонина Н. И., Россина Н. Г., Юровских А. С.	Защитные покрытия: учебное пособие	Электронная библиотека	Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014
Л1.2	Одноралов Н. В.	Занимательная гальванотехника: научно-популярное издание	Электронная библиотека	Москва: Просвещение, 1979

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.3	Уманский Я. С., Скаков Ю. А., Иванов А. Н., Расторгуев Л. Н.	Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1982
Л1.4	Андреев Ю. Я., Исаев Н. И.	Теория коррозии и защиты металлов. Разд.: Термодинамика и кинетика электродных процессов: Лаб. практикум для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1982
Л1.5	Томашов Н. Д., Чернова Г. П.	Теория коррозии и коррозионностойкие конструкционные сплавы: Учеб. пособие для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1993
Л1.6	Блинков Игорь Викторович, Челноков Валентин Сергеевич	Покрытия и поверхностное модифицирование материалов. Критерии выбора покрытий, их свойства: учеб. пособие для студ. спец. 070800, 070900, 110800	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2003
Л1.7	Душик Владимир Владимирович, Ракоч Александр Григорьевич, Лахоткин Ю. В., Гладкова Александра Александровна	Коррозионностойкие и жаростойкие материалы. Химическое газофазное осаждение защитных покрытий: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Защитные покрытия на металлопродукции. Данный курс раскрывает современные представления о наиболее распространенных методах формирования защитных антикоррозионных и износостойких покрытий: электрохимической металлизации, химического газо- фазного осаждения, плазменной электролитической обработки и прочие. В курсе рассмотрены физико-химические принципы формирования покрытий, возможности и ограничения методов, материалы и структуры защитных слоев, а также исследованы способы нанесения антикоррозионных и износостойких покрытий. Курс разработан НИТУ «МИСиС»	https://openedu.ru/course/misis/PKR/
Э2	Коррозия металлов. Изучение физико-химических процессов коррозии металлических материалов для распознавания, диагностики и прогнозирования общей и локальной коррозии изделий из этих материалов, обоснованному выбору и применению методов и средств эффективной защиты от коррозии, направленных на повышение эксплуатационной надежности и долговечности изделий. Курс разработан НИТУ «МИСиС»	https://openedu.ru/course/misis/CORRMET/

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	Microsoft Office
П.3	LMS Canvas
П.4	MS Teams

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
АВ-206	Лаборатория	оборудование для проведения лабораторных работ по курсу «Коррозия и защита металлов»
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
АВ-202	Учебная аудитория	видеопроектор, комплект учебной мебели
АВ-202	Учебная аудитория	видеопроектор, комплект учебной мебели

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Курс «Защитные покрытия на металлопродукции» посвящен теме современных методов формирования покрытий на металлических изделиях и материалах для защиты от разрушающего воздействия окружающей среды химической и механической природы.

Актуальность курса достигается за счет рассмотрения физико-химических аспектов формирования защитных покрытий как на примере методов, широко используемых в промышленности, так и на примере перспективных методов.

Семь разделов содержат подробную информацию по заявленной теме курса, начиная с вопросов технической подготовки поверхности изделий под покрытие, и заканчивая подробным описанием методов нанесения покрытий. В курсе подробно объясняется механизм формирования покрытия, взаимосвязь параметров процессов и свойств осаждаемых покрытий, а также техническая реализация методов.

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами физико-химических закономерностей процессов нанесения покрытий для металлических материалов для обоснованного выбора защитных покрытий для металлических материалов для данных условий эксплуатации с целью повышения эксплуатационной надежности и долговечности изделий.

Практические занятия направлены на изучение отдельных аспектов нанесения и исследования свойств защитных покрытий, методов исследования поверхности и процедур подготовки поверхности.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:
- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);
- использование при проведении занятий специализированной лаборатории с возможностью проведения занятий в интерактивной форме.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации (в форме тест-контроля усвоения теоретического материала). При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.

Информационные ресурсы

Ангал Р. Коррозия и защита от коррозии. – М.: Интеллект, 2013. 344 с.

Сыркин В.Г. CVD – метод. Химическое парофазое осаждение. М.: Наука, 2000. 495 с.

Hugh. O. Pierson. Hanbook of chemical vapor deposotion (CVD). Principles, technology and application. Second Edition. Noyes publications, U.S.A. 1999. 506 p.

Ажогин Ф.Ф., Беленький М.А., Галль И.Е. и др. Гальванотехника. Справочник. - М.: Металлургия, 1987. 736 с.

Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов. – М.: Альянс, 2006. 472 с.

Ракоч А.Г., Гладкова А.А., Дуб А.В. Плазменно-электролитическая обработка алюминиевых и титановых сплавов. - М.: Изд. Дом “МИСиС”, 2017. 160 с.

Курс может быть дополнен прохождением онлайн-курса

https://openedu.ru/course/misis/PKR/ Защитные покрытия на металлопродукции