

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 28.03.2023 15:31:20

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Теория и технология покрытий

Закреплена за подразделением

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Направление подготовки

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

5 ЗЕТ

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 6

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

67

часов на контроль

45

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	67	67	67	67
Часы на контроль	45	45	45	45
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

к.т.н., доцент, Кирюханцев-Корнеев Филипп Владимирович

Рабочая программа

Теория и технология покрытий

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 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, 22.03.02-БМТ-22.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Протокол от 28.03.2022 г., №12

Руководитель подразделения Е.А. Левашов

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Формирование у студентов знаний, умений и навыков в области создания и диагностики современных типов покрытий. Обучить основам научного подхода при выборе состава покрытия, методов его нанесения и диагностики с учетом экономической и эксплуатационной эффективности для их конкретного применения и дать навыки для дальнейшей практической деятельности. Сформировать начальные представления об основах существующих методах нанесения покрытий, ознакомить со спецификой исследования структуры и свойств материалов применительно к покрытиям и модифицированным поверхностным слоям.
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.02
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Сырьевая и энергетическая безопасность предприятий	
2.1.2	Методы исследования свойств металлов и сплавов	
2.1.3	Основы пиро- и гидрометаллургического производства	
2.1.4	Основы теории литейных процессов	
2.1.5	Процессы и оборудование для получения металлических порошков	
2.1.6	Термодинамика и кинетика металлургических процессов	
2.1.7	Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Информационные технологии управления металлургическими печами	
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.3	Преддипломная практика	
2.2.4	Химия окружающей среды	
2.2.5	Металлургия благородных металлов	
2.2.6	Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов	
2.2.7	Метрология, стандартизация и методы контроля и анализа веществ	
2.2.8	Основы промышленного дизайна и ювелирного дела	
2.2.9	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.10	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.11	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.12	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.13	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.14	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.15	Преддипломная практика	
2.2.16	Преддипломная практика	
2.2.17	Преддипломная практика	
2.2.18	Преддипломная практика	
2.2.19	Преддипломная практика	
2.2.20	Преддипломная практика	
2.2.21	Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов	
2.2.22	Производство отливок из стали и чугуна	
2.2.23	Производство ферросплавов	
2.2.24	Разливка стали и спецэлектрометаллургия	
2.2.25	Технологические линии и системы автоматизации в ОМД	
2.2.26	Технология порошковых материалов и изделий	
2.2.27	Технология твердых сплавов	
2.2.28	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-2: Способен к анализу и синтезу в технологии материалов

Знать:

ПК-2-33 методы воздействия на структуру и свойства функциональных поверхностей

ПК-2-32 физико-химические основы технологических процессов получения покрытий
ПК-2-31 требования к выбранной технологии нанесения покрытий, к охране окружающей среды и технике безопасности
Уметь:
ПК-2-У3 анализировать процессы, происходящие при переносе материала от источника к подложке, включая фазовые превращения и химические взаимодействия
ПК-2-У2 выявлять пути целенаправленного изменения свойств функциональных поверхностей и покрытий
ПК-2-У1 осуществлять выбор составов материалов покрытий и методов их нанесения с учетом требований к их эксплуатационным свойствам
Владеть:
ПК-2-В3 экспресс-методами исследования структуры и свойств функциональных поверхностей и покрытий
ПК-2-В2 методами диагностики процессов нанесения покрытий
ПК-2-В1 методами анализа технологических процессов и их влияния на функциональные свойства покрытий

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. Общая классификация методов и типов покрытий Методы получения покрытий при атмосферном давлении							
1.1	Вводная часть. Общая классификация методов и типов покрытий. Газотермические методы. Исходные материалы для нанесения покрытий. Технология плазменного напыления. Электродуговое, детонационное, газопламенное напыление, методы напыления с использованием сверхзвуковых сопел Наплавочные методы. Общие особенности. Плазменная и лазерная наплавка. Методы электроискровой обработки и терморреакционного упрочнения. Контрольная работа №1 /Лек/	6	12	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В1	Л1.2 Л1.5 Л1.8 Л1.11 Л1.13Л2.1 Л2.2 Л2.7		КМ1	
1.2	Технологии получения покрытий с использованием плазмотрона Получение покрытий методом электроискрового легирования /Пр/	6	12	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В1 ПК-2-В3	Л1.2 Л1.5 Л1.8 Л1.11 Л1.13Л2.1 Л2.2 Л2.7Л3.1 Л3.2			Р1,Р2
1.3	Подготовка к контрольной работе №1, практическим работам, экзамену /Ср/	6	24	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-У3 ПК-2-В1	Л1.2 Л1.5 Л1.8 Л1.11 Л1.13Л2.1 Л2.2 Л2.7			

	Раздел 2. Технология и оборудование для производства тонких покрытий на основе тугоплавких материалов вакуумными методами							
2.1	Вакуумные методы нанесения покрытий. PVD и CVD технология Технология термического испарения. Способы нагрева. Варианты активации. Взаимодействие ионов с поверхностью твёрдого материала. Физические основы метода магнетронного распыления. Практические аспекты использования метода магнетронного напыления, виды магнетронных распылительных систем, HIPIMS Физические основы метода катодно-дугового испарения. Технологические приёмы устранения капельной фазы в технологии катодно-дугового испарения Химическое осаждение из газовой фазы. Теоретические основы метода. Классическая и улучшенные технологии. Контрольная работа №2 /Лек/	6	14	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В1	Л1.3 Л1.4 Л1.8 Л1.11 Л1.13Л2.6 Л2.8		КМ2	
2.2	Получение многокомпонентных тонкоплёночных покрытий методом магнетронного распыления Получение покрытий методом химического осаждения из паровой фазы /Пр/	6	14	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У3 ПК-2-В1 ПК-2-В2	Л1.3 Л1.4 Л1.8 Л1.11 Л1.13Л2.6 Л2.8Л3.1 Л3.2			Р3,Р4
2.3	Подготовка к контрольной работе №2, практическим работам, экзамену /Ср/	6	28	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-У3	Л1.3 Л1.4 Л1.8 Л1.11 Л1.13Л2.6 Л2.8 Л2.9			
	Раздел 3. Методы экспресс-контроля качества покрытий							
3.1	Методы определения толщины покрытий. Методы экспресс-контроля адгезионной прочности покрытий. Определение химического и фазового состава покрытий /Лек/	6	4	ПК-2-33 ПК-2-У3 ПК-2-В1	Л1.7 Л1.11 Л1.12Л2.3 Л2.4 Л2.7			

3.2	Исследование поверхностных слоёв методом оптической эмиссионной спектроскопии /Пр/	6	4	ПК-2-У3 ПК-2-В3	Л1.1 Л1.11 Л1.12Л2.3 Л2.4 Л2.7Л3.1 Л3.2				Р5
3.3	Подготовка к практическим занятиям, экзамену /Ср/	6	7	ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-У3 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.11 Л1.12Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7				
	Раздел 4. Спектроскопические методы исследования покрытий								
4.1	Спектроскопические методы исследования поверхности. Энергодисперсионная спектроскопия Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, спектроскопия энергетических потерь электронов Рамановская и ИК-спектроскопия Оптическая эмиссионная спектроскопия /Лек/	6	4	ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-У3 ПК-2-В3	Л1.1 Л1.6 Л1.7 Л1.9 Л1.10Л2.5 Л2.9 Л2.10				
4.2	Исследование покрытий методом растровой электронной микроскопии и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии /Пр/	6	4	ПК-2-У3 ПК-2-В3	Л1.1 Л1.6 Л1.7 Л1.9 Л1.10Л2.3 Л2.4 Л2.9 Л2.10Л3.1				Р6
4.3	Подготовка к практическим занятиям, экзамену /Ср/	6	8	ПК-2-32 ПК-2-У3 ПК-2-В2 ПК-2-В3	Л1.1 Л1.6 Л1.7 Л1.9 Л1.10Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.9 Л2.10				

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 Безвакуумные методы нанесения покрытий	ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-33;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-В1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация покрытий и методов их получения 2. Газопламенное напыление 3. Сверхзвуковое газопламенное напыление 3. Детонационное напыление 4. Электродуговое напыление. Сравнение характеристик газотермических методов 5. Принципиальная схема плазменного напыления 6. Сравнение исходных материалов для напыления (порошок, проволока, прутки, флексикорд) 7. Схемы плазмотронов с дугой, стабилизированной стенками, с каскадной дугой и с изолирующими вставками 8. Схемы плазмотронов с вихревой стабилизацией и с полым катодом 9. Схемы плазмотронов с разделением плазмы, с жидкостной стабилизацией 10. Влияние параметров плазмотрона на тепловые характеристики плазменной струи 11. Основные характеристики эффективности плазменного напыления. Влияние места ввода порошка и параметров дуги. 12. Отслоение и растрескивание покрытий, причины и способы устранения 13. Капли на поверхности покрытия, капли меди, разнотолщинность – причины брака и способы устранения 14. Типичная структура покрытий, получаемых газотермическими методами, пути оптимизации структуры 15. Газодинамическое напыление 16. Электродуговая наплавка. Исходные материалы для наплавочных методов. 17. Плазменная наплавка. Преимущества и недостатки наплавки. 18. Электроискровое легирование и терморреакционное упрочнение 19. Лазерная наплавка
КМ2	Контрольная работа №2 Вакуумные методы нанесения покрытий	ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-33;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-В1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Методы PVD: сущность, преимущества и недостатки 2. Теоретические основы метода термического испарения 3. Способы нагрева при использовании метода термического испарения 4. Основные технологические параметры метода термического испарения и конструкции установок для его реализации 5. Взаимодействие ионов с поверхностью. 6. Теоретические основы катодных методов распыления 7. Принцип действия МРС 8. ВАХ, напряжение зажигания и мощность разряда при магнетронном распылении 9. Цилиндрические и кольцевые МРС 10. Особенности формирования изменённого слоя на поверхности мишени при магнетронном распылении 11. Особенности переноса материала в атомарных и ионных потоках при подаче на подложку напряжения смещения.

КМЗ	Экзамен по дисциплине "Теория и технология покрытий"		<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация покрытий и методов их получения 2. Газопламенное напыление 3. Сверхзвуковое газопламенное напыление 3. Детонационное напыление 4. Электродуговое напыление. Сравнение характеристик газотермических методов 5. Принципиальная схема плазменного напыления 6. Сравнение исходных материалов для напыления (порошок, проволока, прутки, флексикорд) 7. Схемы плазмотронов с дугой, стабилизированной стенками, с каскадной дугой и с изолирующими вставками 8. Схемы плазмотронов с вихревой стабилизацией и с полым катодом 9. Схемы плазмотронов с разделением плазмы, с жидкостной стабилизацией 10. Влияние параметров плазмотрона на тепловые характеристики плазменной струи 11. Основные характеристики эффективности плазменного напыления. Влияние места ввода порошка и параметров дуги. 12. Отслоение и растрескивание покрытий, причины и способы устранения 13. Капли на поверхности покрытия, капли меди, разнотолщинность – причины брака и способы устранения 14. Типичная структура покрытий, получаемых газотермическими методами, пути оптимизации структуры 15. Газодинамическое напыление 16. Электродуговая наплавка. Исходные материалы для наплавочных методов. 17. Плазменная наплавка. Преимущества и недостатки наплавки. 18. Электроискровое легирование и термореакционное упрочнение 19. Лазерная наплавка 20. Методы PVD: сущность, преимущества и недостатки 21. Теоретические основы метода термического испарения 22. Способы нагрева при использовании метода термического испарения 23. Основные технологические параметры метода термического испарения и конструкции установок для его реализации 24. Взаимодействие ионов с поверхностью. 25. Теоретические основы катодных методов распыления 26. Принцип действия MPC 27. ВАХ, напряжение зажигания и мощность разряда при магнетронном распылении 28. Цилиндрические и кольцевые MPC 29. Особенности формирования изменённого слоя на поверхности мишени при магнетронном распылении 30. Особенности переноса материала в атомарных и ионных потоках при подаче на подложку напряжения смещения.
-----	--	--	---

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
P1	Практическое занятие №1 Технологии получения покрытий с использованием плазмотрона	ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-В1	Знакомство с устройством плазмотрона. 2 ч. Практическая реализация схемы плазменного напыления. 2 ч. Практическая реализация схемы плазменной наплавки. 2 ч.
P2	Практическое занятие №2 Получение покрытий методом электроискрового легирования	ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-У3;ПК-2-В3	Знакомство с методом электроискрового легирования. 2 ч. Нанесение покрытий и определение кинетики массопереноса при варьировании частотно-энергетических режимов и состава рабочей среды. 2 ч. Исследование структуры покрытий 2 ч.

P3	Практическое занятие №3 Получение многокомпонентных тонкоплёночных покрытий методом магнетронного распыления	ПК-2-У3;ПК-2-У2;ПК-2-У1;ПК-2-33;ПК-2-32;ПК-2-31;ПК-2-В1	Знакомство с основами работы вакуумных систем. 1 ч. Принцип действия магнетронных распылительных систем. 2 ч. Анализ структуры и составов катодных материалов, получаемых традиционными методами и методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. 2 ч. Нанесение покрытий методом магнетронного напыления с применением керамической мишени-катода. 2ч.
P4	Практическое занятие №4 Получение покрытий методом химического осаждения из паровой фазы	ПК-2-В2;ПК-2-В1;ПК-2-У3;ПК-2-У2;ПК-2-У1;ПК-2-32;ПК-2-33	Демонстрация оборудования применяемого для метода химического осаждения из пара. 2 ч. Подготовительные стадии подготовки подложек перед нанесением покрытий. 1 ч. Исследование влияния параметров процесса нанесения покрытий методом плазменно-активированного химического осаждения. 4 ч.
P5	Практическое занятие №5 Исследование поверхностных слоёв методом оптической эмиссионной спектроскопии	ПК-2-В3;ПК-2-У3	Освоение принципов оптической эмиссионной спектроскопии. Проведение исследований образцов одно- и многослойных покрытий. 4 ч.
P6	Практическое занятие №6 Исследование покрытий методом растровой электронной микроскопии и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии	ПК-2-В3;ПК-2-У3	Освоение принципов растровой электронной микроскопии и энергодисперсионного анализа. Проведение исследований покрытий различной толщины. 4 ч.

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

Образец экзаменационного билета по дисциплине "Теория и технология покрытий"

Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС"

Институт экотехнологий и инжиниринга

Направление подготовки "Металлургия", 22.03.02

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Теория и технология покрытий

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Детонационное напыление
2. Лазерная наплавка
3. Способы очистки и смешивания рабочих газов

" _____ " _____ 20__ г.

Зав. кафедрой, проф., д.т.н.

Е.А. Левашов

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

Методика оценки обучающегося на экзамене

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие знания в объеме программы дисциплины, уверенно устанавливает логические связи между отдельными разделами дисциплины, грамотно и непротиворечиво излагает материал при ответе, знает источники дополнительной информации.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов и установлении логических связей между отдельными разделами дисциплины, четко излагает материал без существенных противоречий в информации.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, исправляет допущенные ошибки после уточняющих вопросов преподавателя, знает основные и дополнительные источники информации по программе дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не способен установить логические связи между разделами дисциплины, не может дать ответ на основной и/или дополнительный вопрос.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Бёккер Ю.	Спектроскопия: монография	Электронная библиотека	Москва: РИЦ Техносфера, 2009
Л1.2	Фрумин И. И.	Автоматическая электродуговая наплавка	Электронная библиотека	Харьков: Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1961
Л1.3	Берлин Е. В., Сейдман Л. А.	Получение тонких пленок реактивным магнетронным распылением	Электронная библиотека	Москва: Техносфера, 2014
Л1.4	Берлин Е. В., Сейдман Л. А.	Ионно-плазменные процессы в тонкопленочной технологии: справочник	Электронная библиотека	Москва: Техносфера, 2010
Л1.5	Багрянский К. В.	Электродуговая сварка и наплавка под керамическими флюсами: практическое пособие	Электронная библиотека	Киев: Техніка, 1976
Л1.6	Жданов Г. С., Илюшин А. С., Никитина С. В., Жданов Г. С.	Дифракционный и резонансный структурный анализ: Рентгено-, электроно-, нейтроно-мессбауэрография и мессбауэровская спектроскопия: Учеб. пособие для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1980
Л1.7	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
Л1.8	Кудинов В. В., Бобров Г. В., Митин Б. С.	Нанесение покрытий напылением: Теория, технология и оборудование: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1992
Л1.9	Горелик С. С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л. Н.	Рентгенографический и электронно-оптический анализ: учеб. пособие для вузов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2002
Л1.10	Горелик С. С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л. Н.	Рентгенографический и электронно-оптический анализ: Учеб. пособие для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 1994

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.11	Костиков В. И., Педос С. И., Нарамовский И. В., Костиков В. И.	Теория и технология покрытий: Разд.: Технология и свойства напыленных покрытий: курс лекций для студ. спец. 11.10	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1989
Л1.12	Костиков В. И., Педос С. И., Нарамовский И. В., Костиков В. И.	Теория и технология напыленных покрытий: Разд.: Физико-химические закономерности фазового взаимодействия материалов при формировании покрытий: курс лекций для студ. спец. 11.10	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1988
Л1.13	Костиков В. И., Педос С. И., Нарамовский И. В., Либенсон Г. А.	Теория и технология напыленных покрытий: лаб. практикум для студ. спец. 0414	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1986

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Коротков В. А.	Ремонтная сварка и наплавка: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Москва: Директ-Медиа, 2014
Л2.2	Лепешев А. А.	Плазменное напыление аморфных и нанокристаллических материалов: монография	Электронная библиотека	Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2013
Л2.3	Панова Т. В.	Современные методы исследования вещества: электронная и оптическая микроскопия: учебное пособие	Электронная библиотека	Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2016
Л2.4	Домкин К. И.	Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий: методы и применение: монография	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017
Л2.5	Горелик С. С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л. Н.	Рентгенографический и электронно-оптический анализ: практ. рук. по рентгенографии, электронографии и электрон. микроскопии металлов, полупроводников и диэлектриков: Учеб. пособие для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgy, 1970
Л2.6	Блинков И. В., Челноков В. С.	Покрытия и поверхностное модифицирование материалов. Критерии выбора покрытий, их свойства: учеб. пособие для студ. спец. 070800, 070900, 110800	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2003

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.7	Педос С. И., Нарамовский И. В.	Теория и технология покрытий: Разд.: Вспомогательное оборудование и основные физико-химические свойства материалов, используемых в технологии покрытий: учеб. пособие для курсовой работы студ. спец. 11.08 'Композиционные и порошковые материалы, покрытия'	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1995
Л2.8	Лысов Б. С., Мелехин В. Ф., Блинков И. В., др. Ю. А., Павлов	Высокотемпературные покрытия: Лаб. практи. для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1984
Л2.9	Скаков Ю. А.	Физика конденсированных сред: Разд.: Атомное строение металлов и сплавов: Учеб. пособие для практи. занятий студ. спец. 07090.00 и направл. 5104.03 и 5104.11	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2001
Л2.10	Дьяконова Н. П., Иванов А. Н., Скаков Ю. А.	Количественный микрорентгено-спектральный анализ. (Методы расчета концентраций)	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1971

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Кирюханцев-Корнеев Ф. В.	Научные и технологические принципы нанесения покрытий методами физического и химического осаждения. Методы получения и исследования покрытий: практикум	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015
Л3.2	Петржик М. И., Кирюханцев-Корнеев Ф. В., Воробьева М. В.	Методы аттестации наноструктурных поверхностей. Методы формирования и исследования функциональных поверхностей: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
-----	------------------

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	sciencedirect.com
И.2	elibrary.ru
И.3	springerlink.com

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
К-107	Лаборатория прессования и формования:	демонстрационное оборудование, в том числе доска учебная мультимедийный проектор, экран проекционный, гидравлический пресс ручной, гидравлический пресс с электроприводом, два оптических микроскопа, технические весы, аналитические весы, твердомеры (по Бринеллю и Виккерсу, две муфельные печи, шкаф вытяжной (2 секции), оборудование для определения физических технологических свойств порошков

К-128	Лаборатория оптической профилометрии и твердометрии:	оптический профилометр Veeco WYKO NT1100, твердомер по Виккерсу HVS-50, установка определения краевого угла смачивания KSV CAM-101, 5 персональных компьютеров (из них 1 моноблок), 3 принтера, комплект учебной мебели
К-05	Лаборатория спектроскопии:	комплекс для оптической эмиссионной спектроскопии тлеющего разряда на основе спектрометра Profiler 2 фирмы Horiba Jobin Yvon (France) для измерения состава покрытий и объемных образцов (1 место оператора)
К-01	Лаборатория ионно-плазменного осаждения функциональных покрытий:	прибор Импакт Тестор, установка UDP 850/4, трибомер высокотемпературный, ультразвуковой генератор УЗГ-3-4
К-04	Лаборатория подготовки порошков и механического активирования:	вакуумная шахтная печь, печи для спекания в различных средах, гранулятор смеситель, мельницы
К-06	Лаборатория спекания и термообработки:	лабораторная вакуумная печь с вольфрамовым нагревателем, вакуумная печь, электропечь SNOL72/1200 2 шт., весы аналитические
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
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.
К-107	Лаборатория прессования и формования:	демонстрационное оборудование, в том числе доска учебная мультимедийный проектор, экран проекционный, гидравлический пресс ручной, гидравлический пресс с электроприводом, два оптических микроскопа, технические весы, аналитические весы, твердомеры (по Бринеллю и Виккерсу, две муфельные печи, шкаф вытяжной (2 секции), оборудование для определения физических технологических свойств порошков

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина "Теория и технология покрытий" является комплексной дисциплиной, для освоения которой нужны знания дисциплин, указанных на вкладке РП-1-2. На практических занятиях и экзамене обучающийся должен продемонстрировать понимание взаимосвязи процессов и явлений, изученных в ранее пройденных дисциплинах и изучаемых в данной дисциплине.