

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Кораблебудівний навчально-науковий інститут
Кафедра матеріалознавства і технології металів

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-
педагогічної роботи

Т 71121



Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Фізико-хімічні та технологічні основи нанесення покриттів

рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни *обов'язкова*

мова викладання *українська*

Миколаїв – 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Фізико-хімічні та технологічні основи напилення покриттів» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 132 «Матеріалознавство» освітня програма «Композиційні та порошкові матеріали, покриття»

"17" квітня 2023 року. - 22 с.

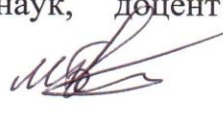
Розробник: Бобров М.М., канд. техн. наук, доцент кафедри матеріалознавства і технології металів

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Фізико-хімічні та технологічні основи напилення покриттів» *узгоджено з гарантом освітньої програми*

Гарант освітньої програми

«Композиційні та порошкові матеріали, покриття»

канд. техн. наук, доцент


Н.Ю. Лебедева

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Фізико-хімічні та технологічні основи напилення покриттів» *розглянуто на засіданні кафедри матеріалознавства і технології металів*

Протокол № 9 від «17» травня 2023 р.

Завідувач кафедри

 О.М. Дубовий

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Фізико-хімічні та технологічні основи напилення покриттів» *розглянуто Навчально-методичною комісією кораблебудівного навчально-наукового інституту*

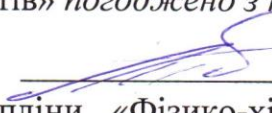
Протокол № 4 від «24» травня 2023 р.

/ Голова

 О.В. Бондаренко

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Фізико-хімічні та технологічні основи напилення покриттів» *погоджено з навчальним відділом*

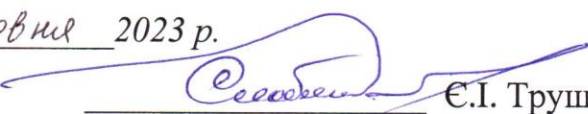
Начальник відділу

 А.В. Лабарткава

Робоча програма навчальної дисципліни «Фізико-хімічні та технологічні основи напилення покриттів» *затверджена Навчально-методичною радою НУК*

Протокол № 5 від «28» червня 2023 р.

Голова НМР НУК

 Є.І. Трушляков

© НУК, 2023

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	7
6. Засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	Ошибка! Закладка не определена.
7. Форми поточного та підсумкового контролю	15
8. Критерії оцінювання результатів навчання	20
9. Засоби навчання.....	21
10. Рекомендовані джерела інформації	21

Вступ

Анотація

Освітньою програмою «Фізико-хімічні та технологічні основи нанесення покриттів» підготовки бакалаврів передбачено набуття студентами знань про фізико-хімічні основи створення покриттів найбільш прийнятними способами, засвоєння основ вибору покриттів у залежності від їх фізико-механічних властивостей та умов експлуатації і набуття навичок розрахунків і аналізу газодинамічних та інших параметрів потоків, які застосовуються для нагрівання та прискорення частинок матеріалу при нанесенні покриттів. Програма навчальної дисципліни «Фізико-хімічні та технологічні основи створення покриттів» розрахована на студентів, які вивчили вищу математику, фізику, хімію, основи теоретичного та прикладного матеріалознавства.

Дисципліна сприятиме розвитку навичок щодо дослідження фізико-механічних та експлуатаційних властивостей покриттів, вибору способу нанесення покриттів у залежності від умов експлуатації та економічної доцільності; оцінки та аналізу газодинамічних та інші параметрів високошвидкісних гетерофазних струменів.

Ключові слова: напылення, покриття, гетерофазний струмінь, газодинамічні параметри, структура.

Abstract

The educational program "Physical, chemical and technological foundations of the coatings creation" of bachelor's training provides students with the acquisition of knowledge about the physico-chemical foundations of the creation of coatings in the most appropriate ways, mastering the basics of choosing coatings depending on their physical-mechanical properties and operating conditions, and acquiring the skills of calculations and analysis gas-dynamic and other flow parameters, which are used to heat and accelerate material particles during coating application.

The program of the educational discipline " Physical, chemical and technological foundations of the coatings creation " is designed for students who have studied higher mathematics, physics, chemistry, the basics of theoretical and applied materials science. The discipline will contribute to the development of skills related to the study of physical-mechanical and operational properties of coatings, the choice of the method of applying coatings depending on the conditions of operation and economic feasibility; assessment and analysis of gas dynamic and other parameters of high-speed heterophase jets.

Key words: spraying, coating, heterophase jet, gas dynamic parameters, structure.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	
Кількість кредитів – 10,0	Галузь знань 13 - Механічна інженерія	Обов'язкова	
Модулів – 2		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 4		4-й	
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність 132 – Матеріалознавство	Семестр	
		7-й	8-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання – курсовий проєкт	Освітня програма Композиційні та порошкові матеріали, покриття	Лекцій	
		30 год	30 год
		Практичні, семінарські	
Загальна кількість годин – 300		-	-
		Лабораторні	
		30 год	30 год
Тижневих годин для денної форми навчання: 7-й семестр: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4; 8-й семестр: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 8	Освітній рівень: Перший (бакалаврський)	Самостійна робота	
		60 год	30 год
		Індивідуальні завдання:	
		-	90 год
		Вид контролю 7-й семестр – екзамен, 8-й семестр – залік, курсовий проєкт	
		Форма контролю: комбінована	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Фізико-хімічні та технологічні основи створення покриттів» є формування у студентів відповідно до освітньої програми таких компетентностей:

КС. 04 – Здатність працювати в групі над великими інженерними проектами у сфері матеріалознавства;

КС. 05 – Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних матеріалознавчих проблем;

КС. 10 - Здатність застосовувати навички роботи із випробувальним устаткуванням для вирішення матеріалознавчих завдань;

КС. 11 – Здатність організувати роботу відповідно до вимог безпеки життєдіяльності й охорони праці;

КС. 12 – Здатність виконувати дослідницькі роботи в галузі матеріалознавства, обробляти та аналізувати результати експериментів;

КС. 15 – Здатність підібрати стандартне устаткування для певного технологічного процесу виготовлення виробів з композиційних, порошкових матеріалів чи нанесення покриттів;

КС. 17 - Здатність здійснювати керування технологічними процесами з метою отримання продукції заданої якості.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: фізика; хімія; вища математика, основи теоретичного і прикладного матеріалознавства.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів відповідно до освітньої програми таких програмних результатів навчання:

ПР. 10 – Уміти поєднувати теорію і практику для розв'язування завдань матеріалознавства;

ПР. 18 – Здійснювати технологічне забезпечення виготовлення матеріалів та виробів з них;

ПР. 20 – Обирати і застосовувати придатні типові методи досліджень (аналітичні, розрахункові, моделювання, експериментальні); правильно інтерпретувати результати таких досліджень та робити висновки;

ПР. 31 - Знання основних принципів математичного моделювання і методик для виконання інженерних розрахунків, оцінки кількісних параметрів процесів та обробки експериментальних даних.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Газотермічне напилення покриттів. Джерела енергії. Процеси у потоці газів і частинок.

Тема 1. Вступ. Визначення і класифікація покриттів [1] с.6-10, [2] с.10-16, [4] с. 11-15 .

Тема 2. Газополуменевий струмінь. Детонаційна хвиля. [3] с.38-45

Тема 3. Електрична дуга. [1] с. 68-73, [3] с. 45-52,

Тема 4. Струмінь низькотемпературної плазми. [1] с. 73-75, [3] с. 53-58.

Тема 5. Формування високотемпературного газового потоку. Стан плазми. Термодинаміка плазмових процесів. [1] с. 75-80, [2] с.86-88.

Тема 6. Математичний опис термодинамічного стану плазмового струменя на зрізі сопла плазмотрона [4] с. 174-179.

Тема 7. Математичний опис термодинамічного стану плазмового струменя на зрізі сопла плазмотрона. Аналіз газодинамічних параметрів плазмового струменя [4] 179-182.

Тема 8. Вплив дисперсного матеріалу на температурне, швидкісне, ентальпійне і концентраційне поля високотемпературного струменя [3] с. 59-65.

Змістовий модуль 2. Поверхневі фізико-хімічні процеси. Структура і властивості газотермічних покриттів.

Тема 9. Вплив дисперсного матеріалу на умови тепло-і масообміну із навколишнім середовищем високотемпературного струменя [3] с.65-78.

Тема 10. Поверхневі фізико-хімічні процеси при формуванні газотермічних покриттів [3] с.78-85.

Тема 11. Характеристика явищ, які визначають трансформацію матеріалу основи та її поверхні, а також частинок дисперсної фази і несучого потоку поблизу неї в структуру і властивості покриттів [3] с. 85-91.

Тема 12. Структура газотермічних покриттів. Напруження у покриттях. Пористість покриттів. [3] с. 91-105

Тема 13. Теплопровідність покриттів. Жаро-, термостійкість і корозійна стійкість композиційних покриттів. [3] с. 105-109

Тема 14. Стійкість до спрацьовування, антифракційні властивості покриттів. Конструкції покриттів. [3] с. 109-111, [2] с. 16-18

Тема 15. Основні методи визначення фізико-механічних та експлуатаційних властивостей газотермічних покриттів. [2] с. 152-165

Модуль 2

Змістовний модуль 3. Вакуумне осадження. Хімічне осадження.

Тема 16. Методи вакуумного конденсаційного напилення і їх класифікація. Фізико-хімічні основи процесу випаровування. [1] с. 84-93, [3] с. 263-267.

Тема 17. Створення атомарних, молекулярних та іонних потоків розпиленням твердого матеріалу без його переходу в рідкій стан. [3] с. 267-271

Тема 18. Вакуумно-конденсаційне напилення термічним випаровуванням. [1] с. 93-101, [3] с. 296-300

Тема 19. Іонно-плазмове вакуумно-конденсаційне напилення. [1] с. 101-106, [3] с. 303-308.

Тема 20. Реактивне іонне випаровування і розпилення. [1] с. 106-112, [3] с. 308-315.

Тема 21. Поверхневі фізико-хімічні процеси. Структура і властивості конденсаційних покриттів. [3] с. 276-283

Тема 22. Закономірності газозфазного осадження. Структура і властивості газозфазних покриттів. [1] с. 14-16, [3] с. 284-293.

Змістовний модуль 4. Модифікування поверхні концентрованими потоками енергії. Гальванічні процеси.

Тема 23. Закономірності модифікування поверхні лазером. [3] с. 433-453.

Тема 24. Модифікування поверхні електронним променем. [3] с. 453-459.

Тема 25. Іонна імплантація [3] с. 459-473.

Тема 26. Обробка плазмою. [3] с. 473-492.

Тема 27. Структура і властивості гальванічних покриттів. [1] с. 196-202.

Тема 28. Загальні теоретичні відомості та характеристика способів наплавлення. [3] с. 365-390.

Тема 29. Типи і властивості наплавленого металу [3] с. 390-401.

Тема 30. Закономірності електроіскрового легування. Формування і властивості покриттів. [3] с. 493-500

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		л	л.р.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Газотермічне напилення покриттів. Джерела енергії. Процеси у потоці газів і частинок.					
1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
Тема 1. Вступ. Визначення і класифікація покриттів.	7	2	-	-	5
Тема 2. Газополуменевий струмінь.	8	2	4	-	2
Тема 3. Електрична дуга.	8	2	4	-	2
Тема 4. Струмінь низькотемпературної плазми.	7	2		-	5
Тема 5. Формування високотемпературного газового потоку. Стан плазми. Термодинаміка плазмових процесів.	8	2	4		2
Тема 6. Математичний опис термодинамічного стану плазмового струменя на зрізі сопла плазмотрона.	7	2			5
Тема 7. Математичний опис термодинамічного стану плазмового струменя на зрізі сопла плазмотрона. Аналіз газодинамічних параметрів плазмового струменя.	7	2	-		5
Тема 8. Детонаційна хвиля як джерело енергії для формування детонаційних покриттів.	8	2	4		2
Разом за змістовим модулем 1	60	16	16	-	28

Змістовий модуль 2. Поверхневі фізико-хімічні процеси. Структура і властивості газотермічних покриттів.					
Тема 9. Вплив дисперсного матеріалу на умови тепло-і масообміну із навколишнім середовищем високотемпературного струменя.	8	2		-	6
Тема 10. Поверхневі фізико-хімічні процеси при формуванні газотермічних покриттів.	8	2	-	-	6
Тема 11. Характеристика явищ, які визначають трансформацію матеріалу основи та її поверхні, а також частинок дисперсної фази і несучого потоку поблизу неї в структуру і властивості покриттів.	8	2		-	6
1	2	3	4	5	6
Тема 12. Структура газотермічних покриттів. Напруження у покриттях. Пористість покриттів.	9	2	4	-	3
Тема 13. Теплопровідність покриттів. Жаро-, термостійкість і корозійна стійкість композиційних покриттів.	9	2	4		3
Тема 14. Стійкість до спрацьовування, антифрикційні властивості покриттів. Конструкції покриттів.	10	2	6		2
Тема 15. Основні методи визначення фізико-механічних та експлуатаційних властивостей газотермічних покриттів.	8	2	-		6
Разом за змістовим модулем 2	60	14	14	-	32
Разом за модулем 1	120	30	30	-	60
Модуль 2					
Змістовий модуль 3. Вакуумне осадження. Хімічне осадження.					
Тема 16. Методи вакуумного конденсаційного напилення і їх класифікація. Фізико-хімічні основи процесу випаровування.	5	2	-	-	3

Тема 17. Створення атомарних, молекулярних та іонних потоків розпиленням твердого матеріалу без його переходу в рідкій стан.	5	2		-	3
Тема 18. Вакуумно-конденсаційне напылення термічним випаровуванням.	8	2	4	-	2
Тема 19. Іонно-плазмове вакуумно-конденсаційне напылення.	8	2	6		-
Тема 20. Реактивне випаровування і розпилення.	6	2			4
Тема 21. Поверхневі фізико-хімічні процеси. Структура і властивості конденсаційних покриттів.	7	2			3
1	2	3	4	5	6
Тема 22. Закономірності газофазного осадження. Структура і властивості газофазних покриттів.	9	2	4		2
Разом за змістовим модулем 3	45	14	14	-	17
Змістовний модуль 4. Модифікування поверхні концентрованими потоками енергії. Гальванічні процеси.					
Тема 23. Закономірності модифікування поверхні лазером.	4	2	-		2
Тема 24. Модифікування поверхні електронним променем.	9	2	4		3
Тема 25. Іонна імплантація	6	2	4		-
Тема 26. Обробка плазмою.	5	2	-		3
Тема 27. Структура і властивості гальванічних покриттів.	6	2	4		-
Тема 28. Загальні теоретичні відомості та характеристика способів наплавлення.	6	2	4		-
Тема 29. Типи і властивості наплавленого металу	5	2	-		3
Тема 30. Закономірності електроіскрового легування. Формування і властивості покриттів.	4	2	-		2

Разом за змістовим модулем 4	45	16	16	-	13
Разом за модулем 2	90	30	30	-	30
Модуль 3					
Курсовий проєкт					
ІНДЗ (Курсовий проєкт) на тему: «Розрахунок і аналіз газодинамічних параметрів плазмового струменя»					90
Всього годин	300	60	60	-	180

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1		
Змістовий модуль 1		
1	Нанесення та дослідження структури й властивостей газополумених покриттів	4
2	Нанесення та дослідження структури й властивостей електродугових покриттів	4
3	Нанесення та дослідження структури й властивостей плазмових покриттів.	4
4	Нанесення та дослідження структури й властивостей детонаційних покриттів.	4
Змістовий модуль 2		
5	Визначення пористості покриттів за допомогою планіметричного методу.	4
6	Визначення теплопровідності плазмових теплозахисних покриттів	4
7	Визначення зносостійкості газотермічних покриттів	6
Разом за модулем 1		30
Модуль 2		
Змістовий модуль 3		
8	Будова та робота установки для вакуумного конденсаційного наплення покриттів термічним випаровуванням	4
9	Будова та робота установки для іонно-плазмового вакуумно-конденсаційного наплення.	6
10	Дослідження структури та властивостей конденсаційних покриттів	4

Змістовий модуль 4		
11	Будова та робота електронно-променевої установки	4
12	Будова та робота установки для іонної імплантації	4
13	Дослідження формування композиційних гальванічних покриттів	4
14	Відновлення деталей і конструкцій машин дуговим наплавленням	4
Разом за модулем 2		30
Усього годин		60

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Норматив	Денна форма
Модуль 1			
1	Підготовка до лекційних занять	1 год. на 1 лек.	15
2	Підготовка до лабораторних робіт	2-3 год/1 робота.	20
3	Підготовка до екзамену	(15-30) год. на 1 захід.	25
Разом			60
Модуль 2			
1	Підготовка до лекційних занять	1 год. на 1 лек.	10
2	Підготовка до лабораторних робіт	2-3 год/1 робота.	10
3	Підготовка до заліку	(15-30) год. на 1 захід.	10
Разом			30

Індивідуальне навчально-дослідне завдання (курсний проєкт)

Індивідуальним завданням у 8-му семестрі є написання курсової роботи на тему: «Розрахунок і аналіз газодинамічних параметрів плазмового високотемпературного струменя». Індивідуальна робота зі студентами полягає у проведенні індивідуальних занять, протягом яких здійснюються консультації щодо виконання курсової роботи та виконання самостійних завдань, які індивідуально надаються студентам відповідно до варіантів. На індивідуальних заняттях, які проводять згідно з розкладом занять кафедри, також здійснюється поточна перевірка знань студентів.

Захист курсової роботи відбувається шляхом презентації виконаної роботи за допомогою проектору в якій студент повинен продемонструвати відповідні знання та вміння з дисципліни «Фізико-хімічні та технологічні основи нанесення покриттів» згідно з вимогами даної робочої програми.

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання, які використовуються для засвоєння програмного матеріалу та активізації навчального процесу:

- робота з літературою - опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольної-корекційної функції в умовах формальної, неформальної та інформальної освіти;

- пояснення - словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення;

- лекція - усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;

- ілюстрування - показ та сприйняття предметів, процесів і явищ у їх символічному зображенні за допомогою плакатів, карт, портретів, фотографій, схем, репродукцій, звукозаписів тощо;

- відеометод - використання відеоматеріалів для активізації наочно-чуттєвого сприймання; забезпечує більш легке і міцне засвоєння знань в їх образно-понятійній цілісності та емоційній забарвленості;

- інструктаж - ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки, показ операцій та організацію робочого місця;

- лабораторна робота - вивчення в спеціальних умовах явищ природи за допомогою спеціального обладнання;

Методи контролю і самоконтролю:

- фронтальне опитування;

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- комплексний іспит (залік);
- стандартизовані тести;

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчальної дисципліни включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту.

Питома вага заключного іспиту (заліку) в загальній системі оцінок - **35 балів**. Право здавати заключний іспит дається студенту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного іспиту набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань практичних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

**Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів
та їх оцінювання
Лабораторна робота**

Бал	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
4	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує розрахунки комбінованих задач, іноді після консультації викладача.
3	Робота виконана самостійно з порушенням встановлених термінів. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Не може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент наводить потрібні формули. Розв'язує задачу користуючись алгоритмом. Складений звіт містить неточності у висновках та помилки
1	Студент складає скорочену умову задачі, робить обчислення лише за готовою формулою.
0	Студент не розв'язує задачі.

Виконання курсового проєкту

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
Пояснювальна записка	40	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку науковому керівнику у відповідності із планом виконання курсової роботи.
	35	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості

		проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); використання методів математичної статистики; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи.
	30	Зміст роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання курсової роботи.
	20	Робота, оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових робіт, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції і рекомендації.
	15	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
	5	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає вимогам, які пред'являються до курсових робіт. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.
Ілюстративна частина	20	презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, матеріали ілюстрації підготовлені відповідно до вимог що висуваються.
	15	презентація гарно організована, доповідь супроводжується ілюстративними матеріалами, на які не завжди дано посилання у доповіді або ілюстративні матеріали оформлені з незначними зауваженнями;
	10	ілюстративні матеріали низької якості, в організації презентації спостерігається

		невпевненість
	5	ілюстративні матеріали низької якості, в доповіді немає посилань на ілюстративні матеріали.
Захист роботи	40	доповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає основні результати дослідження, показує глибокі знання з питань теми, оперує даними дослідження, вносить пропозиції по темі дослідження, під час доповіді вміло використовує презентацію, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
	35	студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
	30	студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, належно обґрунтовує положення роботи, але допускає неточності у відповідях на запитання.
	25	студент спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи.
	20	студент невпорядковано викладає основні результати дослідження, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи.
	15	студент невпорядковано викладає основні результати дослідження робить спроби аргументувати положення роботи, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
	10	студент демонструє задовільні знання з теми дослідження, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії, та належно обґрунтувати положення роботи.
	5	студент невпорядковано викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	15	13	12	10	9	8	6	5	3	2

Модуль 1

Форма контролю	Максимальна кількість балів
Виконання лабораторних робіт	7x5 бали = 35 балів
Поточний модульний контроль	2x15 балів = 30 балів
Всього	65

Модуль 2

Форма контролю	Максимальна кількість балів
Виконання лабораторних робіт	7x5 бали = 35 балів
Поточний модульний контроль	2x15 балів = 30 балів
Всього	65

Підсумковий контроль

Тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2

Усна відповідь (1 питання - 15 балів)

Бал	Критерії оцінювання
15	Студент вільно володіє матеріалом, знає основні поняття та класифікацію методів формування покриттів та фізико-хімічні процеси. Вільно надає інформацію щодо джерел енергії при газотермічному напиленні, процесів удару, розтікання на поверхневих фізико-хімічних процесів при формуванні покриттів. Вміє розгорнуто пояснити суть вакуумно-конденсаційних методів формування покриттів та модифікування поверхні концентрованими потоками енергії. Знає основні властивості напилених покриттів та методи їх визначення, надає вичерпну інформацію щодо процесів при формуванні гальванічних та електроіскрових покриттів.
12	Студент знає схеми та сутність основних газотермічних методів напилення. Може пояснити вплив параметрів напилення на поведінку дисперсної фази у високотемпературному гетерофазному струмені при напиленні. Наводить відомості щодо джерел енергії для різних методів напилення та фізико-хімічних процесів при їх формуванні. Знає основні властивості напилених покриттів.
8	Студент знає основні поняття та класи напилених покриттів. Вміє співвідносити джерело енергії з методом напилення. Дає характеристику вакуумно-конденсаційним методам формування

	покриттів. Надає визначення основним методам модифікування поверхні. Має уявлення щодо взаємозв'язку структури та властивостей покриттів.
6	Студент знає основні фізико-хімічні процеси при газотермічному та вакуумно-конденсаційному напиленні. Може надати інформацію щодо основних властивостей покриттів та їх структурних особливостей. Орієнтується в методах модифікування поверхні. Знає схему та особливості формування гальванічних покриттів.
4	Студент знає класифікацію методів напилення та покриттів. Має уявлення щодо фізико-хімічних процесів при їх формуванні. Надає стислу інформацію щодо структури та властивостей покриттів.
0	Студент не орієнтується у матеріалах питання, не може відповісти на додаткові питання за змістом навчальної дисципліни

8. Критерії оцінювання результатів навчання

№ змістового модуля і теми		Денна форма	
		Вид роботи	Кількість балів
Модуль 1			
ЗМ1	T2	Лабораторна робота № 1	5
	T3	Лабораторна робота № 2	5
	T5	Лабораторна робота № 3	5
	T8	Лабораторна робота № 4	5
ПМК		Тест № 1	15
ЗМ2	T12	Лабораторна робота № 5	5
	T13	Лабораторна робота № 6	5
	T14	Лабораторна робота № 7	5
ПМК		Тест № 2	15
Підсумковий контроль		Екзамен	Тестування
			Усна відповідь
Сума			100
Модуль 2			
ЗМ3	T18	Лабораторна робота № 8	5
	T19	Лабораторна робота № 9	5
	T22	Лабораторна робота № 10	5
ПМК		Тест №3	15
ЗМ4	T24	Лабораторна робота № 11	5

	T25	Лабораторна робота № 12	5
	T27	Лабораторна робота № 13	5
	T28	Лабораторна робота № 14	5
ПМК		Тест №4	15
Підсумковий контроль	Залік	Тестування	20
		Усна відповідь	15
Сума			100

Виконання курсового проєкту

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
До 40	До 20	До 40	100

9. Засоби навчання

Для засвоєння дисципліни застосовуються:

- конспект лекцій (електронний ресурс);
- методичні вказівки до виконання лабораторних робіт (електронний ресурс);
- ілюстративні матеріали;
- лабораторні установки для нанесення покриттів;
- лабораторне обладнання для дослідження структури і властивостей нанесених покриттів;
- демонстраційні стенди, плакати, відеофільми.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Фізико-хімічні основи створення покриттів / Кузнецов В.Д., Пащенко В.М. – Київ – 1999 - 176с.
2. Технологія газотермічного і вакуумно-конденсаційного нанесення покриттів : Підручник / О. М. Дубовий, А. А. Карпеченко, М. М. Бобров. — Миколаїв : видавець Торубара В. В., 2018. — 202 р.
3. Інженерія поверхні / Ющенко К.А., Борисов Ю.С., Кузнецов В.Д., Корж В.М. – Київ: Наукова думка, 2007. – 560 с.
4. Технологія напилення покриттів покриттів: Підручник / Дубовий О.М., Степанчук А.М. - Миколаїв: НУК, - 2007. - 236 с.

Допоміжна література

1. **Espallargas N.** Future Development of Thermal Spray Coatings: Types, Designs, Manufacture and Applications / N. Espallargas. - Woodhead Publishing, 2015. — 301 p.
2. **Pierre L.** Thermal Spray Fundamentals: From Powder to Part / Pierre L. Fauchais, Joachim V.R. Heberlein, Maher Boulos. — Springer New York Heidelberg Dordrecht London, 2014. - 1566 p.
3. **Roy M.** Thermal Sprayed Coatings and Their Tribological Performances / Roy M., Davim J.P. - Engineering Science Reference, 2015. — 420 p.

Інформаційні ресурси в інтернет

[http:// nuos. edu. ua](http://nuos.edu.ua)