МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Кораблебудівний навчально-науковий інститут

Кафедра матеріалознавства і технології металів

Т 81115

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-
педагогічної роботи

Слобдян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Спеціальні питання інженерії композиційних та порошкових матеріалів, покриттів

Composite and powder materials, coatings

рівень вищої освіти	*другий (магістерський)*
тип дисципліни	*вибіркова*
мова викладання	*українська*

Миколаїв – 2021

Робоча програма вибіркової дисципліни «Спеціальні питання інженерії композиційних, порошкових матеріалів, покриттів»

«28» січня 2021 року. - 15 с.

Розробники: Бобров М.М., к.т.н, доцент, кафедри М і ТМ

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Спеціальні питання інженерії композиційних, порошкових матеріалів, покриттів» *розглянуто на засіданні кафедри матеріалознавства і технології металів*

Протокол № 6 від «10» 02 2021 р.

Завідувач кафедри *О.М. Дубовий*

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Спеціальні питання інженерії композиційних, порошкових матеріалів, покриттів» *розглянуто Навчально-методичною комісією кораблебудівного навчально-наукового інституту*

Протокол № 2 від «24» 02 2021 р.

Голова О.В. Бондаренко

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Спеціальні питання інженерії композиційних, порошкових матеріалів, покриттів» *погоджено з навчальним відділом*

Начальник відділу А.В. Лабарткава

Робоча програма навчальної дисципліни «Спеціальні питання інженерії композиційних, порошкових матеріалів, покриттів» *затверджена Навчально-методичною радою НУК*

Протокол № 2 від «25» 02 2021 р.

Голова НМР НУК Є.І. Трушляков

© НУК, 2021

ЗМІСТ

Вступ …… … 4
1. Опис навчальної дисципліни ……... 5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни …….. 6
3. Передумови для вивчення дисципліни …….. …. 7
4. Очікувані результати навчання ……... 7
5. Програма навчальної дисциплін ……. 7
6. Засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування …. 11
7. Форми поточного та підсумкового контролю ……. 11
8. Критерії оцінювання результатів навчання ……. 14
9. Засоби навчання ……. …. 14
10. Рекомендовані джерела інформації …… 15

ВСТУП

Анотація

Освітньою програмою «Композиційні та порошкові матеріали, покриття» підготовки магістрів передбачено набуття студентами знань про сучасні технології отримання порошкових і композиційних матеріалів, напилених покриттів, можливості їх удосконалення і розвитку, склад, властивості нових перспективних видів порошкових і композиційних матеріалів, покриттів, галузі їх застосування та умови експлуатації.

Програма навчальної дисципліни «Спеціальні питання інженерії композиційних та порошкових матеріалів, покриттів» розрахована на студентів-магістрів, які здобули освітньо-кваліфікаційний рівень «бакалавр» та вивчали «Фізико-хімічні та технологічні основи створення покриттів», «Дисперсні матеріали та композити», «Основи нанотехнологій та наноструктурне матеріалознавство», «Особливості виробництва порошкових матеріалів та обладнання підприємств».

Дисципліна «Спеціальні питання інженерії композиційних та порошкових матеріалів, покриттів» носить міждисциплінарний характер, вона забезпечує підготовку студентів-магістрів до виконання магістерської дипломної роботи.

Ключові слова: композити, порошки, покриття, процеси, фазовий склад, наноструктура, фізико-механічні властивості, службові властивості, параметри процесу.

Abstract

The educational program for masters "Composite and powder materials, coatings" provides students with knowledge of modern technologies for obtaining powder and composite materials, sprayed coatings, opportunities for their improvement and development, composition, properties of new promising types of powder and composite materials, coatings, their applications and operating conditions.

The program of the discipline "Special issues of engineering of composite and powder materials, coatings" is designed for masters, who have obtained the educational qualification level "Bachelor" and studied "Physical-chemical and technological foundations of coatings", "Dispersed materials and composites", " Fundamentals of nanotechnology and nanostructured materials science"," Features of production of powder materials and equipment of enterprises". The discipline "Special issues of engineering of composite and powder materials, coatings" is interdisciplinary; it provides training for masters to perform graduate work.

Key words: composites, powders, coatings, processes, phase composition, nanostructure, physical and mechanical properties, service properties, process parameters.

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень</td><td>Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 5</td><td rowspan="3"></td><td>Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td>Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 4</td><td>5-й</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Електронний адрес РПНД на сайті Університету</td><td rowspan="6"></td><td>Семестр</td></tr>
<tr><td>10-й</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Індивідуальне науково-дослідне завдання
-</td><td>Лекцій</td></tr>
<tr><td>Очна - 30 год.
Заочна - 10</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин:
Очна – 150 год
Заочна – 150 год</td><td>Практичні</td></tr>
<tr><td>Очна - 30 год
Заочна – 10 год</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 4;
самостійної роботи студента – 6
Заочної:
аудиторних – 1;
самостійної роботи студента – 9</td><td rowspan="2">Освітній рівень:
Другий(магістерський)</td><td>Лабораторні</td></tr>
<tr><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="5"></td><td rowspan="5"></td><td>Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>Очна - 90 год.
Заочна – 130 год.</td></tr>
<tr><td>Індивідуальні завдання:
-</td></tr>
<tr><td>Вид контролю: залік</td></tr>
<tr><td>Форма контролю: комбінована</td></tr>
</table>

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни "Спеціальні питання інженерії композиційних та порошкових матеріалів, покриттів" полягає у формуванні у студентів сучасних теоретичних знань, практичних навичок та компетенцій, необхідних для розробки, дослідження та впровадження інноваційних композиційних матеріалів і покриттів у промисловості.

Це включає:

- ознайомлення з фундаментальними принципами створення композиційних матеріалів та порошкових покриттів, їх структурою, властивостями та технологіями виробництва;
- вивчення методів модифікації властивостей матеріалів, таких як підвищення міцності, зносостійкості, корозійної стійкості та термостійкості;
- розробку сучасних технологій отримання композиційних матеріалів і покриттів, зокрема методів термічного напилення, адитивного виробництва, плазмових та хімічних технологій;
- аналіз технологічних процесів і визначення оптимальних умов для отримання матеріалів із заданими властивостями;
- вивчення прикладного використання композиційних матеріалів та покриттів у ключових галузях, таких як машинобудування, авіація, енергетика, медицина та військова промисловість.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумови для вивчення дисципліни відсутні.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

- знання основних принципів і методів розробки інноваційних технологічних процесів виготовлення композиційних, порошкових матеріалів та напилення покриттів.
- знання фізико-хімічних основ отримання наноструктурного стану композиційних, порошкових матеріалів, покриттів.
- уміння розробляти технології виготовлення композиційних та порошкових матеріалів, напилених покриттів інноваційного характеру згідно методик проектування технологічних процесів.

- уміння прогнозувати структуру та властивості порошкових, композиційних матеріалів та покриттів при проектуванні технологічних процесів інноваційного характеру.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Фізико-хімічні основи та технологічні процеси виробництва композиційних матеріалів і виробів з них.

Тема 1. Фізико-хімічна взаємодія компонентів композиту. Фізичні закономірності, що визначають механічні параметри композиційних матеріалів. [1], с. 11-75.

Тема 2. Конструкційні композиційні матеріали з полімерною матрицею. [1], с. 76-91.

Тема 3. Жароміцні композиційні матеріали. Способи виготовлення металокомпозитів. Композиційні матеріали на основі жароміцних сплавів та металевих дротів, із жароміцних сплавів та вуглецевих волокон, з титановою матрицею, евтектичні композиційні матеріали. [1], с. 93 – 128.

Тема 4. Функціональні композиційні матеріали: оптичні, магнітні, електропровідні, непровідні, радіопоглинаючи, для медичних цілей [1], с. 129 – 174.

Тема 5. Наноструктурні композиційні матеріали. [1], с. 171-186.

Змістовий модуль 2. Фізико-хімічні основи та технологічні процеси виробництва порошкових матеріалів і виробів з них.

Тема 6. Фізико-хімічні основи і практика використання процесів підготовки порошків. Вплив процесів підготовки і змішування порошків на властивості сумішей та спечених виробів. Контроль якості змішування. Обладнання. [2], с. 46-145.

Тема 7. Процеси формування виробів з порошків. Класифікація методів. Рівняння пресування, залежність щільності брикету від тиску пресування. Процеси спікання виробів з порошків. Додаткова обробка [2], с. 146-251.

Тема 8. Перспективні способи консолідації порошків. Додаткова обробка порошкових заготовок. Тверді і надтверді порошкові сплави. [2], с. 252-322.

Тема 9. Аморфні порошкові матеріали. Градієнтні порошкові матеріали. Галузі використання. Особливості структури і властивостей Сучасні технології отримання. Напрямки розвитку та застосування. [2], с. 322– 339.

Змістовий модуль 3. Теоретичні та прикладні проблеми процесів формування покриттів.

Тема 10. Структурні закономірності формування покриттів. Макро-, мікродефекти, порушення адгезії з підложкою. [3], с. 262 – 292;

Тема 11. Конструювання покриттів і основи розрахунку параметрів режиму напилення для різних технологій. Закономірності формування фазового складу, структури, властивостей покриттів [3], с. 262 – 292;

Тема 12. Службові властивості і методи контролю якості покриттів. [3], с. 26

Змістовий модуль 4. Методи отримання покриттів з наноструктурними елементами

Тема 13. Фізика, хімія і механіка формування покриттів зміцнених нанорозмірними фазами. [3], с. 262 – 292;

Тема 14. Перспективні методи щодо напилювання наночасток. Формування аморфної наноструктури у плазмових покриттях**.** [3], с. 262 – 292;

Тема 15. Фізико-механічні властивості металополімерних і металоскляних покриттів. Знасостійкість та інші службові властивості композиційних покриттів. Вплив складу і структури електродугових композиційних покриттів на коефіцієнт поглинання іонізуючого випромінювання [3], с. 262 – 292;

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма/заочна форма				
	усього	у тому числі			
		л	п.р.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1. Фізико-хімічні основи та технологічні процеси виробництва композиційних матеріалів і виробів з них.					
Тема 1. Фізико-хімічна взаємодія компонентів композиту. Фізичні закономірності, що визначають механічні параметри композиційних матеріалів.	7/9	2/2	-	-	5/7
Тема 2. Конструкційні композиційні матеріали з полімерною матрицею.	8/10	2/-	-	-	6/10
Тема 3. Жароміцні композиційні матеріали. Способи виготовлення металокомпозитів. Композиційні матеріали на основі жароміцних сплавів та металевих дротів, із жароміцних сплавів та вуглецевих волокон, з титановою матрицею, евтектичні композиційні матеріали.	10/10	2/-	4/-	-	4/6
Тема 4. Функціональні композиційні матеріали: оптичні, магнітні, електропровідні, непровідні, радіопоглинаючи, для медичних цілей.	10/10	2/-	4/4	-	4/6

Тема 5. Наноструктурні композиційні матеріали.	6/8	2/2	-	-	4/6
Разом за змістовим модулем 1	41/43	10/4	8/4	-	23/35
Змістовий модуль 2. Фізико-хімічні основи та технологічні процеси виробництва порошкових матеріалів і виробів з них.					
Тема 6. Фізико-хімічні основи і практика використання процесів підготовки порошків. Вплив процесів підготовки і змішування порошків на властивості сумішей та спечених виробів. Контроль якості змішування. Обладнання.	8/6	2/-		-	6/6
Тема 7. Процеси формування виробів з порошків. Класифікація методів. Рівняння пресування, залежність щільності брикету від тиску пресування.	10/8	2/-	-	-	8/8
Тема 8. Перспективні способи консолідації порошків. Додаткова обробка порошкових заготовок. Тверді і надтверді порошкові сплави.	14/16	2/2	4/4	-	8/10
Тема 9. Аморфні порошкові матеріали. Градієнтні порошкові матеріали. Галузі використання. Особливості структури і властивостей Сучасні технології отримання. Напрямки розвитку та застосування.	11/8	2/-	4/-	-	5/8
Разом за змістовим модулем 2	43/38	8/2	8/4	-	27/32
Змістовий модуль 3. Теоретичні та прикладні проблеми процесів формування покриттів.					
Тема 10. Структурні закономірності формування покриттів. Макро-, мікродефекти, порушення адгезії з підложкою.	12/12	2/2	4/2	-	6/8
Тема 11. Конструювання покриттів і основи розрахунку параметрів режиму напилення для різних технологій. Закономірності формування фазового складу, структури, властивостей покриттів	13/10	2/2	4/-	-	7/8
Тема 12. Службові властивості і методи контролю якості покриттів.	9/10	2/-	-	-	7/10
Разом за змістовим модулем 3	34/32	6/4	8/2	-	20/26

Змістовий модуль 4. Методи отримання покриттів з наноструктурними елементами					
Тема 13. Фізика, хімія і механіка формування покриттів зміцнених нанорозмірними фазами.	12/10	2/-	4/-	-	6/10
Тема 14. Перспективні методи щодо напилювання наночасток. Формування аморфної наноструктури у плазмових покриттях.	10/13	2/-	2/-	-	6/13
Тема 15. Фізико-механічні властивості металополімерних і металоскляних покриттів. Знасостійкість та інші службові властивості композиційних покриттів. Вплив складу і структури електродугових композиційних покриттів на коефіцієнт поглинання іонізуючого випромінювання.	10/14	2/-	-	-	8/14
Разом за змістовим модулем 4	32/37	6/-	6/-	-	20/37
Всього годин	**150/150**	**30/10**	**30/10**	**-**	**90/130**

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин Очна/заочна
1	Визначення структурних особливостей та технологічних параметрів виготовлення деталей з жароміцних композиційних матеріалів.	4/-
2	Визначення структурних особливостей та технологічних параметрів виготовлення деталей з функціональних композиційних матеріалів.	4/-
3	Визначення структурних особливостей та технологічних параметрів виготовлення деталей з твердих та надтвердих порошкових сплавів.	4/4
4	Визначення структурних особливостей та технологічних параметрів виготовлення деталей з аморфних та градієнтних порошкових матеріалів.	4/-
5	Дослідження частотних та інших технічних характеристик джерела імпульсного струму.	4/-
6	Дослідження впливу накладання імпульсів електричного струму на процес формування напилених покриттів.	4/2
7	Визначення та оптимізація частотного діапазону впливу	4/2

	імпульсної активації процесів напилення.	
8	Дослідження технічних характеристик джерела ультразвукових коливань щодо дії на процес формування напилених покриттів.	2/2
	Разом	**30/10**

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Норматив	Денна форма / Заочна форма
1	Підготовка до лекційних занять	1 год. на 1 лек.	15/30
2	Підготовка до практичних робіт	підготовка до практичних робіт – до 2 год. на 1 роб.	15/20
3	Підготовка до поточного модульного контролю	підготовка до контрольних заходів – 15 год. на 1 захід	45/60
4	Підготовка до заліку		15/20
	Разом		**90/130**

6. Засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- комплексний іспит;
- стандартизовані тести;
- завдання на практичну роботу.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту.

Питома вага заключного іспиту в загальній системі оцінок - ***40 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 практичних завдань.

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

Практична робота

Бал	Критерії оцінювання
3	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
2	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує практичну роботу згідно з завданням, іноді після консультації викладача; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Роботи містить неточності та помилки.
0	Робота не виконувалася

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Форма контролю	Максимальна кількість балів
Виконання практичних робіт	8 роб. × 3 балів = 24 балів
Поточний модульний контроль	4 МКР × 9 балів = 36 балів
Всього	**60**

Підсумковий контроль
Тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Усна відповідь (1 питання - 10 балів**)**

Бал	Критерії оцінювання
10	Студент вільно володіє матеріалом, знає технологічні процеси виготовлення композиційних, порошкових матеріалів, напилення покриттів, вміє обґрунтувати вибір технологічного процесу для заданої деталі, знає вплив параметрів режиму на структуру та властивості композиційного, порошкового матеріалу, покриття може вибрати основне і допоміжне обладнання для заданої технології, вміє розробляти технологічні процеси виготовлення композиційних та порошкових матеріалів, напилення покриттів інноваційного характеру.
8	Студент знає основні види технологічних процесів виготовлення композиційних, порошкових матеріалів, напилення покриттів, знає вплив параметрів режиму на структуру та властивості композиційного, порошкового матеріалу, покриття може вибрати основне і допоміжне обладнання для заданої технології.
6	Студент знає основні види технологічних процесів виготовлення композиційних, порошкових матеріалів, напилення покриттів, має основні уявлення про вплив параметрів режиму на структуру та властивості матеріалу, може вибрати обладнання для заданої технології термічної обробки.
4	Студент знає основні види технологічних процесів виготовлення композиційних, порошкових матеріалів, напилення покриттів, має основні уявлення про вплив параметрів режиму на структуру та властивості матеріалу.
2	Студент має уявлення про основні види технологічних процесів виготовлення композиційних, порошкових матеріалів, напилення покриттів.
0	Студент не орієнтується у матеріалах питання, не може відповісти на додаткові питання за змістом навчальної дисципліни

8. Критерії оцінювання результатів навчання

№№ змістового	Денна форма

модуля і теми		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	Т1	Практична робота № 1	3
	Т2		
	Т3		
	Т4		
	Т5		
ПМК		Тест № 1	9
ЗМ 2	Т6		
	Т7		
	Т8	Практична робота № 3	3
	Т9	Практична робота № 4	3
ПМК		Тест № 2	9
ЗМ 3	Т10	Практична робота № 5	3
	Т11	Практична робота № 6	3
	Т12		
ПМК		Тест № 3	9
ЗМ 4	Т13	Практична робота № 7	3
	Т14	Практична робота № 8	3
	Т15		
ПМК		Тест № 4	9
Підсумковий контроль		Екзамен, в т.ч.	40
		Тестування	10
		Усна відповідь	30
Сума			**100**

9. Засоби навчання

1. Демонстраційні стенди, плакати, презентації.
2. Відеофільми

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Копань В.С. Композиційні матеріали. – К.:Унів. Вид-во «Пульсари», 2004.- 200 с.
2. Дубовий О.М., Карпеченко А.А., Бобров М.М. Технологія газотермічного і вакуумно-кондесаційного нанесення покриттів (українською та англійською мовами) Миколаїв: видавець Торубара В.В., 2018 р., 202 с.
3. Дубовой О.М., Степанчук А.М..Н. Технологія напилення покриттів: Підручник. – Миколаїв: НУК, 2007.-236с.
4. Корж В.М., Кузнецов В.Д., Борисов Ю.С., Ющенко К.А. Напилення покриття: Навчальний посібник.-К. Арістей, 2005.-204 с.
5. Корж В.М., Кузнецов В.Д., Борисов Ю.С., Ющенко К.А. Інженерія поверхні: Підручник.-К.: Наукова думка, 2007.-560с.
6. Дубовий О.М., Карпеченко А.А., Шумов С.М. Пристрій для електродугового напилення покриття. Патент України на винахід №83603, 25.07.2008, Бюл. №14.

Додаткова література

7. Кузнєцов В.Д., Пащенко В.М., Борисов Ю.С., Ющенко К.А Фізико-хімічні основи інженерії поверхні.- Київ.- 2005.- 372с.
8. Скороход В.В., Уварова І.В., Рагуля А.В. Фізико-хімічна кінетика в наноструктурних системах. – Київ: Академпереодика, 2001. – 180с.
9. Пащенко В.М. Обладнання для газотермічного нанесення покриттів. Навчальний посібник, - Київ: «Політехника». – 2001. – 416 с.

Інформаційні ресурси

Ceramic matrix composites, C/SiC [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http // www.fz-juelich.de – Назва з екрану

Composites [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http // www.snfo.lu.farmindale.edu – Назва з екрану

Leichtbaukonstruktion sm Mobelbau [Електронний ресурс] http // www.fh-luh.de – Назва з екрану