

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



Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

**Фізико-хімічні процеси структуроутворення композиційних та
порошкових матеріалів**

**PHYSICOCHEMICAL PROCESSES OF STRUCTURE FORMATION OF
COMPOSITE AND POWDER MATERIALS**

рівень вищої освіти третій (освітньо-науковий)

тип дисципліни обов'язкова

мова викладання українська

Миколаїв – 2025

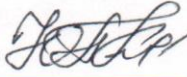
Робоча програма навчальної дисципліни «Фізико-хімічні процеси структуроутворення композиційних та порошкових матеріалів» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво», спеціальність G8 «Матеріалознавство», освітньо-наукова програма «Матеріалознавство»

«4» квітня 2025 р. – 18 с.

Розробник: Казимиренко Юлія Олексіївна, професорка кафедри матеріалознавства і технології металів, д-р техн. наук, доцент.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Фізико-хімічні процеси структуроутворення композиційних та порошкових матеріалів» узгоджено з гарантом освітньої програми «Матеріалознавство»

Гарант освітньо-наукової програми

д-р техн. наук, доцент, професор кафедри матеріалознавства і технології металів  Юлія КАЗИМИРЕНКО

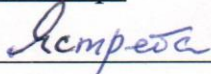
Проект робочої програми навчальної дисципліни «Фізико-хімічні процеси структуроутворення композиційних та порошкових матеріалів» розглянуто на засіданні кафедри матеріалознавства і технології металів

Протокол № 9 від «16» квітня 2025 р.

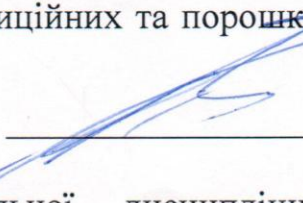
В.о. завідувача кафедри  Олександр ДУБОВИЙ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Фізико-хімічні процеси структуроутворення композиційних та порошкових матеріалів» розглянуто навчально-методичною комісією кораблебудівного навчально-наукового інституту

Протокол № 6 від «20» травня 2025 р.

Голова  Олексій ЯСТРЕБА

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Фізико-хімічні процеси структуроутворення композиційних та порошкових матеріалів» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу  Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Фізико-хімічні процеси структуроутворення композиційних та порошкових матеріалів» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 5 від «21» травня 2025 р.

Голова НМР НУК  Сергій СЛОБОДЯН

© НУК, 2025

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. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	13
7. Форми поточного та підсумкового контролю	14
8. Критерії оцінювання результатів навчання	15
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна.....	16
10. Рекомендовані джерела інформації	17

Вступ

Анотація

Дисципліна «Фізико-хімічні процеси структуроутворення композиційних та порошкових матеріалів» вивчатиме процеси формування структури композиційних і порошкових матеріалів на різних технологічних етапах їх отримання. Дисципліна надає поглиблені знання про фізико-хімічні процеси поверхневих явищ, формування контактної області між порошками, волокнами, в системах матриця–наповнювач тощо.

Теоретична і практична підготовка спрямована на засвоєння матеріалознавчих основ консолідації матеріалів з металевих, керамічних, полімерних, скляних порошків і волокон, моделювання пористої структури композиційних і порошкових матеріалів, впливу процесів міжфазної взаємодії на їх механічні, термічні, спеціальні властивості.

Ключові слова: композиційні матеріали, порошкові матеріали, мікроструктура, пористість, поверхня поділу фаз

Abstract

The discipline «Physical and chemical processes of structure formation of composite and powder materials» will study the processes of formation of the structure of composite and powder materials at different technological stages of their production. The discipline provides in-depth knowledge of physical and chemical processes of surface phenomena, the formation of a contact region between powders, fibers, in matrix-filler systems, etc.

Theoretical and practical training is aimed at mastering the material science foundations of consolidation of materials from metal, ceramic, polymer, glass powders and fibers, modeling the porous structure of composite and powder materials, the influence of interfacial interaction processes on their mechanical, thermal, special properties.

Keywords: composite materials, powder materials, microstructure, porosity, phase separation surface.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань G – Інженерія, виробництво та будівництво	Обов’язкова
Модулів – 1		Рік підготовки:
Змістових модулів – 2		2
Електронний адрес РПНД на сайті Університету https://nuos.edu.ua/studentu/polozhennya-nuk/opis-opp/opp-kompozicijni-ta-poroshkovi-materiali-pokrittya-magistr	Спеціальність G8 – Матеріалознавство Освітньо-наукова програма «Матеріалознавство»	Семестр
		3
		Лекцій
		30 год.
		Практичні
		30
Загальна кількість годин – 180		Лабораторні
		–
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4; самостійної роботи здобувача – 8.	Освітній рівень: третій (освітньо- науковий)	Самостійна робота
		120 год.
		Індивідуальні завдання: -
		Вид контролю: екзамен
		Форма контролю: комбінована

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Дисципліна «Фізико-хімічні процеси структуроутворення композиційних та порошкових матеріалів» є обов'язковою освітньою компонентною (ОК7) освітньо-наукової програми (ОНП) «Матеріалознавство» підготовки здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти зі спеціальності G8 (132) Матеріалознавство, галузі знань G – Інженерія, виробництво та будівництво (13 – Механічна інженерія).

Метою вивчення навчальної дисципліни «Фізико-хімічні процеси структуроутворення композиційних та порошкових матеріалів» є формування у здобувачів відповідно до освітньо-наукової програми таких компетентностей:

ЗК03. Здатність розробляти та управляти науковими проєктами.

ЗК05. Здатність генерувати нові ідеї (креативність)

СК03. Здатність здійснювати науково-педагогічну діяльність в закладах вищої освіти

СК04. Здатність ініціювати, розробляти, реалізовувати та управляти науковими проєктами у матеріалознавстві і міждисциплінарних напрямках з метою представлення їх на міжнародних конференціях, симпозіумах.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовою для вивчення дисципліни «Фізико-хімічні процеси структуроутворення композиційних та порошкових матеріалів» є дисципліна «Спеціальне матеріалознавство»

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у аспірантів наступних **програмних результатів навчання:**

РН01. Передові концептуальні та методологічні знання з матеріалознавства і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій

РН02. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефаківцями

результати досліджень, наукові та прикладні проблеми з матеріалознавства і суміжних галузей державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях.

РН04. Планування і виконання теоретичних і експериментальних досліджень з матеріалознавства і суміжних галузей з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

РН05. Уміння організовувати спільну роботу з фахівцями з різних галузей в рамках наукових проєктів з матеріалознавства, зварювання та споріднених технологій

РН08. Уміння користуватися системою науково-технічної інформації та здійснювати інформаційний пошук.

РН10. Застосування сучасних методів ведення науково-дослідницьких робіт, зокрема експериментальних, з використанням сучасного обладнання та інформаційних технологій.

РН12. Уміння управляти змістом, розкладом, вартістю, якістю, ризиками, людськими ресурсами та комунікаціями науково-технічних проєктів в матеріалознавстві та суміжних областях з відповідністю вимогам міжнародних стандартів.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Фізико-хімічні процеси структуроутворення композиційних матеріалів

Тема 1. Класифікація композиційних матеріалів. Основні поняття і термінологія: [1] С. 7-11, С. 38-41, С. 162-165; [2] С. 18-23.

Тема 2. Моделі структур композиційних матеріалів [1] С. 11-14; [3] С. 36-49.

Тема 3. Моделі поверхні поділу фаз у структурі композиційних матеріалів [1] С. 16-20; [6] С. 46-85.

Тема 4. Фізико-хімічні процеси на поверхні поділу матриця–наповнювач [1] С. 42-45; [5] С. 62-91.

Тема 5. Вплив морфологічних характеристик наповнювачів на фізико-механічні властивості композиційних матеріалів [1] С. 67-71; [6] С. 38-46.

Тема 6. Моделі структур трикотажних композитів [1] С. 71-74; С. 90-101.

Тема 7. Фізико-хімічні процеси формування поверхні поділу фаз у дисперсно наповнених полімерних композиційних матеріалах [1] С. 78-90

Тема 8. Фізико-хімічні процеси формування поверхні поділу фаз у металоматричних композитах [1] С. 141-146, С. 161.

Змістовий модуль 2. Фізико-хімічні процеси структуроутворення порошкових матеріалів

Тема 9. Основні поняття і визначення. Класифікація технологій виготовлення порошкових матеріалів [1] С. 250-252, С. 258-278.

Тема 10. Фізико-хімічні процеси структуроутворення порошкових тіл на етапі формування [4] С. 67-87.

Тема 11. Фізико-хімічні процеси спікання однойменних порошкових тіл [1] С. 279-281; [3] С. 67-70.

Тема 12. Фізико-хімічні процеси спікання порошків в присутності рідкої фази [1] С. 282-285; [3] С. 13-28.

Тема 13. Моделі і типи пористих структур порошкових матеріалів [1] С. 286-298; [3] С. 71-77.

Тема 14. Фізико-хімічні процеси структуроутворення при гарячому пресуванні порошкових матеріалів [2] С. 24-46; [4] С. 151-160.

Тема 15. Фізико-хімічні процеси динамічного ущільнення порошків [7] С. 8-35.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		л	п.р.	с.р.	л.р.
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1. Фізико-хімічні процеси структуроутворення композиційних матеріалів					
Тема 1. Класифікація композиційних матеріалів. Основні поняття і термінологія.	10	2	2	6	—
Тема 2. Моделі структур композиційних матеріалів	10	2	2	6	—
Тема 3. Моделі поверхні поділу фаз у структурі композиційних матеріалів	10	2	2	6	—

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		л	п.р.	с.р.	л.р.
1	2	3	4	5	6
Тема 4. Фізико-хімічні процеси на поверхні поділу матриця–наповнювач	12	2	2	8	–
Тема 5. Вплив морфологічних характеристик наповнювачів на фізико-механічні властивості композиційних матеріалів	12	2	2	8	–
Тема 6. Моделі структур трикотажних композитів	12	2	2	8	–
Тема 7. Фізико-хімічні процеси формування поверхні поділу фаз у дисперсно наповнених полімерних композиційних матеріалах	12	2	2	8	–
Тема 8. Фізико-хімічні процеси формування поверхні поділу фаз у металоматричних композитах	12	1	1	10	–
Всього годин за змістовим модулем 1	90	15	15	60	–
Змістовий модуль 2. Фізико-хімічні процеси структуроутворення порошкових матеріалів					
Тема 9. Основні поняття і визначення. Класифікація технологій виготовлення порошкових матеріалів	12	2	2	8	–
Тема 10. Фізико-механічні процеси структуроутворення порошкових тіл на етапі формування	12	2	2	8	–
Тема 11. Фізико-хімічні процеси спікання однойменних порошкових тіл	12	2	2	8	–
Тема 12. Фізико-хімічні процеси спікання порошків в присутності рідкої фази	12	2	2	8	–
Тема 13. Моделі і типи пористих структур порошкових матеріалів	12	2	2	8	–
Тема 14. Фізико-хімічні процеси структуроутворення при гарячому пресуванні порошкових матеріалів	15	2	3	10	–
Тема 15. Фізико-хімічні процеси динамічного ущільнення порошків	15	3	2	10	–
Разом за змістовим модулем 2	90	15	15	60	–
Усього годин	180	30	30	120	–

Теми практичних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Аналіз видів зв'язку і критерії сумісності між компонентами у складі композиційних матеріалів	2
2	Вибір оптимального складу і оцінка властивостей композиційних матеріалів за умовами формування поверхні поділу фаз	2
3	Методики розрахунку міцності композиційних матеріалів за критеріями міжфазної взаємодії компонентів	2
4	Аналіз фізико-хімічних процесів на поверхні поділу фаз у полімерних композиційних матеріалів	2
5	Морфологічні характеристики наповнювачі композиційних матеріалів	2
6	Аналіз особливостей структур трикотажних композитів	2
7	Дисперсні наповнювачі полімерних композитів	2
8	Аналіз структурних особливостей металоматричних композитів	1
9	Морфологічні характеристики металевих, керамічних, полімерних порошків	2
10	Властивості порошку як пластично стисливого тіла	2
11	Аналіз кінетики спікання і формування міжчасткових контактів при твердофазному спіканні порошків	2
12	Аналіз кінетики спікання і формування міжчасткових контактів при рідкофазному спіканні порошків	2
13	Дослідження пористості порошкових матеріалів	2
14	Аналіз термкінетичних процесів формування гарячепресованих порошкових матеріалів	3
15	Дослідження деформації порошків після динамічного ущільнення	2
	Разом	30

Самостійна робота

Самостійна робота здобувача третього рівня вищої освіти є домінуючою формою навчання, де аудиторні години слугують лише вектором для подальшого глибокого індивідуального дослідження аспіранта. Лекції можуть проходити у вигляді «круглих столів» з постановкою проблемних науково-практичних завдань за тематикою лекції. Тому розподіл годин самостійної

роботи здобувачів з дисципліни «Фізико-хімічні процеси структуроутворення композиційних і порошкових матеріалів» здійснено наступним чином

Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин
1	Опрацювання теоретичного матеріалу за тематикою лекційного заняття (самостійний аналіз наукових публікацій (статей, монографій, підручників, аналіз діаграм стану)	1 год (на 1 год лекційного заняття) × 30 год = 30 год
2	Підготовка та виконання завдань для практичних робіт	2 год (на 1 практичне заняття) × 15 занять = 30 год
3	Підготовка до модульної контрольної роботи (МКР)	15 год × 2 МКР = 30 год
4	Підготовка до екзамену	30 год × 1 екзамен = 30 год
	Разом	120 год

Самостійна робота здобувачів за тематикою лекцій і практичних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
T1, Пр. 1	Проблема сумісності волокна і матриці у складі композиційних матеріалів	6
T2, Пр. 2	Методи дослідження поверхні поділу фаз у композитах	6
T3, Пр. 3	Методи визначення міцності поверхні поділу у композиційних матеріалах	6
T4, Пр. 4	Механічний зв'язок на поверхні поділу фаз в структурі композиційних матеріалів	8
T5, Пр.51	Аналітичний огляд наповнювачів за хімічним складом та походженням	8
T6, Пр. 6	Застосування трикотажних композиційних матеріалів у авіа- та ракетобудуванні, галузях енергетики	8
T7, Пр. 7	Хімічний склад і структура дисперсно наповнених полімерних композитів	8
T8, Пр. 8	Теорії зон взаємодії фаз в структурі металоматричних композиційних атеріалів	10
T9, Пр. 9	Аналітичний огляд технологій одержання металевих і керамічних порошків	8
T10, Пр. 10	Пластична деформація металевих порошків, явища пружної післядії та усадочні процеси при холодних методах формування порошкових тіл	8

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
T11, Пр. 11	Положення теорії повзучості пористих тіл при спіканні металевих порошків	8
T12, Пр. 12	Дифузійні і усадочні процеси при спіканні порошків у присутності рідкої фази	8
T13, Пр. 13	Явища капілярної конденсації для різних моделей пористих структур	8
T14, Пр. 14	Рекомендації і обмеження методу гарячого пресування	10
T15, Пр. 15	Ущільнення порошкових тіл при динамічних методах прикладання тиску	10
	Разом	120

**Приклади тем проблемних науково-практичних завдань
за тематикою підготовки лекцій**

Тема лекції (№)	Тема проблемного науково-практичне завдання за тематикою лекції
T1	Аналіз динаміки розвитку технологій виробництва металевих та керамічних композиційних матеріалів.
T2	Моделні уявлення – основа постанови досліджень структури порошкових і композиційних матеріалів
T3	Аналіз теоретичних методів дослідження властивостей порошкових і композиційних матеріалів
T4	Особливості властивостей композиційних матеріалів, армованих нитковидними кристалами. Області застосування
T5	Особливості властивостей керамічних волокнистих матеріалів
T6	Особливості властивостей металевих волокнистих матеріалів. Області застосування.
T7	Особливості властивостей дисперсно наповнених полімерних композиційних матеріалів. Області застосування
T8	Особливості властивостей композиційних матеріалів з металевою матрицею. Області застосування.
T9	Аналіз фундаментальних наукових робіт у галузі порошкової металургії.
T10	Особливості властивостей металевих порошкових матеріалів. Області застосування.
T11	Головні переваги технологій порошкової металургії

Тема лекції (№)	Тема проблемного науково-практичне завдання за тематикою лекції
T12	Парадигми і протиріччя теорії спікання порошків
T13	Геометричні аналоги пористих структур
T14	Аналіз методів дослідження особливостей структури порошкових матеріалів
T15	Динамічні методи формування порошкових матеріалів

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 науковою 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;
- 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;
- практична робота – метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки наукових висновків;
- інструктаж – ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки, показ операцій та організацію робочого місця;
- метод проблемного викладу – постановка викладачем перед здобувачами проблеми і визначення шляхів її розв’язання з приховуванням можливих пізнавальних суперечностей;
- дослідницький – творче застосування знань, оволодіння методами наукового пізнання, формування досвіду самостійного наукового пошуку.

Метод контролю і самоконтролю:

- фронтальне опитування;
- модульні контрольні роботи.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення здобувача оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю (оцінювання практичних робіт і модульні контрольні роботи) і оцінки за екзамен

Питома вага екзамену в загальній системі оцінок - **40 балів**. Право здавати екзамен дається здобувачеві, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного заліку набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і заключної оцінки за екзамен.

Поточний контроль реалізується у формі виконання і захисту практичних завдань, проведення модульних контрольних робіт. Результати поточного контролю (поточна успішність) є основною інформацією для виставлення екзамену за умови якщо здобувач набрав від 60 до 100 балів за всі види освітньої діяльності з даної дисципліни.

Контроль самостійної роботи проводиться: з лекційного матеріалу шляхом усних відповідей на дискусійні запитання та з практичних занять шляхом перевірки і захисту виконаних завдань.

Семестровий підсумковий контроль з дисципліни проводиться відповідно до навчального плану у вигляді семестрового **екзамену** в період екзаменаційної сесії відповідно до встановленого графіку навчального процесу. Екзамен проводиться у комбінованій формі: тестування та розв'язання ситуаційної задачі у письмовій або усній формі. Приклад тестового завдання наводиться у Додатку 1; приклад ситуаційної задачі наводиться у Додатку 2.

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 здобувачів вищої освіти та їх оцінювання

Практичні роботи

Бал	Критерії оцінювання
2	Робота виконана у встановлений термін. Здобувач виконує практичну роботу згідно з завданням, проявляє ініціативу, використовує для підготовки сучасні інформаційні джерела, класичні наукові праці та статті, надруковані у вітчизняних і зарубіжних наукових виданнях, правильно оформлює звіт, аналізує результати і формулює висновки.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач виконує практичну роботу згідно з завданням, іноді після консультації викладача; в цілому правильно складає звіт, наводить результати і формулює висновки
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	15 роб. × 2 бали = 30 балів
Поточний модульний контроль	Модульна контрольна робота 1 – 15 балів
	Модульна контрольна робота 2 – 15 балів
Всього	60

8. Критерії оцінювання результатів навчання

№№ змістового модуля і теми		Денна форма	
		Вид робіт	Кількість балів
ЗМ 1	T1	Практична робота № 1	2
	T2	Практична робота № 2	2
	T3	Практична робота № 3	2
	T4	Практична робота № 4	2
	T5	Практична робота № 5	2

№№ змістового модуля і теми		Денна форма	
		Вид робіт	Кількість балів
	T6	Практична робота № 6	2
	T7	Практична робота № 7	2
	T8	Практична робота № 8	2
ПМК		Модульна контрольна робота № 1	15
ЗМ 2	T9	Практична робота № 9	2
	T10	Практична робота № 10	2
	T11	Практична робота № 11	2
	T12	Практична робота № 12	2
	T13	Практична робота № 13	2
	T14	Практична робота № 14	2
	T15	Практична робота № 15	2
ПМК		Модульна контрольна робота № 2	15
Підсумковий контроль		Екзамен в тому числі	40
		тестування	20
		Розв'язок ситуаційної задачі (усна відповідь)	20
Сума			100

9. Засоби навчання

Для засвоєння дисципліни застосовуються:

- конспект лекцій (електронний ресурс);
- методичні вказівки до виконання практичних робіт (електронний ресурс); прилади;
- технічні засоби, авторські кейси та ситуаційні завдання;
- нормативна документація, що регламентує методи дослідження фізико-механічних властивостей металевих і неметалевих матеріалів (ДСТУ, технічні умови тощо);
- електронний каталог макро- і мікроструктур, обладнання.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

- 1 Композитні та порошкові матеріали: навчальний посібник / П.П. Савчук, В.П. Кашицький, М.Д. Мельничук, О.Л. Садова; за заг. ред. П.П. Савчука. – Луцьк: Видавець: ФОП Теліцин О.В., 2017. – 368 с. URL: <https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2021.pdf>
2. Постпроцеси адитивних технологій: навч. посібник для студентів спеціальності «Прикладна механіка» денної, заочної та дистанційної форм навчання / Л. І. Пупань. – Харків: НТУ «ХПІ», 2023. – 91 с. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/items/1cf12bf2-cb8e-4270-859d-5a16dae99759>
3. Великонська Н.М., Надточій А.А. Поверхневі явища та дисперсні системи: Навчальний посібник. – Дніпро: НМетАУ, 2018. – 78 с. URL: https://nmetau.edu.ua/file/velikonska_n.m._navch._posibnik_z_grifom_nmetau.povernevi_yavischa_ta_dispersni_sistemi._2018.pdf
4. Сучасні технології в машинобудуванні. Інжекційне лиття порошку : навчальний посібник / В. Г. Писаренко, В. В. Савуляк, Є. Ф. Боковий, С. В. Завадюк. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 242 с. URL: https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/IRVC/Pusarenko_2019_242.pdf
5. Полімери: синтез, модифікація, дослідження./ В.О. Віленський. – Житомирський державний університет імені Івана Франка, Житомирський державний університет імені Івана Франка. URL: <https://eprints.zu.edu.ua/id/eprint/39684>
6. Утворення, властивості розчинів і застосування поверхнево-активних речовин: навчально-методичний посібник /О. О. Стрельцова, В. В. Менчук – Одеса : Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2021. – 132 с. URL: <https://dspace.onu.edu.ua>
7. Технологія та обладнання для віброударного зневоднення вологих дисперсних матеріалів: монографія / І. В. Севостьянов. – Вінниця : ВНАУ, 2020. – 303 с. URL: <http://socrates.vsau.edu.ua/repository/getfile.php/24674.pdf>
8. Композиційні радіопоглинаючі матеріали на основі феромагнітних сполук : монографія / Кривобок Р.В., Лісачук Г.В., Волощук В.В. та ін. – Видавничий дім «Гельветика», 2025. – 104 с. URL:

<https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/91399>

Додаткова література

9. Композиційні матеріали : навч. наоч. посіб. / О. М. Долгов ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка» . – Дніпро : НТУ «Дніпровська політехніка», 2024. – 126 с. URL: <https://ir.nmu.org.ua/server/api/core/bitstreams/5f599300-aeb1-46c0-9411-09e3e1a822b9/content>

10. Технологія моделювання оцінки параметрів формоутворення заготовок з порошкових матеріалів на вібропресовому обладнанні з гідроімпульсним приводом : монографія / Р. Д. Іскович-Лотоцький, О. В. Зелінська, Я. В. Іванчук. — Вінниця : ВНТУ, 2011. – 153 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/42130>

Інформаційні ресурси в інтернет: [http:// nuos. edu. ua](http://nuos.edu.ua)

Додаток 1. Приклад тестового екзаменаційного завдання

1. Наведіть основні фізико-механічні властивості порошків:

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| а) форма; | з) розмір |
| б) стан поверхні; | і) мікротвердість; |
| в) пірофорність; | к) насипна щільність; |
| г) насипна пористість; | л) пресуємість; |
| д) формуємість; | м) спікаємість; |
| є) корозійна стійкість; | н) хімічна стійкість; |
| ж) хімічна чистота | якщо є інші, назвіть |

(5 балів)

2. Наведіть основні фізико-механічні властивості волокон:

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| а) форма; | з) розмір |
| б) стан поверхні; | і) мікротвердість; |
| в) пірофорність; | к) насипна щільність; |
| г) насипна пористість; | л) пресуємість; |
| д) формуємість; | м) спікаємість; |
| є) корозійна стійкість; | н) хімічна стійкість; |
| ж) хімічна чистота | якщо є інші, назвіть |

(5 балів)

3. Наведіть основні фізико-механічні властивості наповнювачів:

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| а) форма; | з) розмір |
| б) стан поверхні; | і) мікротвердість; |
| в) пірофорність; | к) насипна щільність; |
| г) насипна пористість; | л) пресуємість; |
| д) формуємість; | м) спікаємість; |
| є) корозійна стійкість; | н) хімічна стійкість; |
| ж) хімічна чистота | якщо є інші, назвіть |

(5 балів)

4. Назвіть параметри структури, від яких залежить переміщення рідини у пористому тілі:

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| а) вид пористості; | г) питома поверхні пор; |
| б) крайовий кут змочування; | д) поверхневий натяг; |
| в) проникність; | є) рівномірність пористої структури |

Якщо є інші, назвіть. Аргументуйте відповідь

(5 балів)

Додаток 2. Приклад ситуаційної задачі

1. Порошок цинку використовують для одержання композиційних матеріалів електротехнічного призначення, у складі фарбових композицій, а також для захисту виробів від корозії. Однак, цей порошок є дуже небезпечним для здоров'я людини. Дисперсність порошку цинку регламентована стандартом:

Для класу А – до 160 мкм; для класу Б – до 630 мкм.

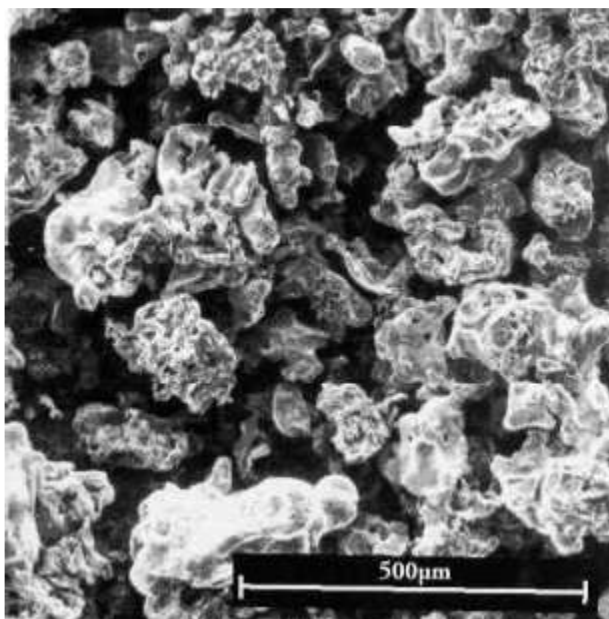
1.1. Поясніть, як дисперсність порошку впливає на безпеку при транспортуванні та зберіганні та на організм людини

(5 балів)

1.2. Наведіть хімічні властивості порошку цинку та поясніть їх негативний вплив на безпеку при транспортуванні та на організм людини.

(5 балів)

1.3. На рисунку наведена мікрофотографія порошку цинку (виконана за допомогою електронного мікроскопа)



Мікрофотографія порошку цинку

Назвіть, до якого класу за дисперсністю можна віднести цей порошок. Який метод визначення дисперсності можна для цього обрати. Аргументуйте відповідь.

(10 балів)

Додаток 3. Приклад модульної контрольної роботи

1. Композиційний матеріал є матеріалом псевдопершого класу, якщо:

- а) волокно і матриці є взаємно реакційно здатними і нерозчинними;
- б) волокно і матриця не є реакційними, проте є розчинними;
- в) волокно і матриця реагують з утворенням нового хімічного з'єднання на поверхні поділу;
- г) реакція на поверхні поділу починається лише на ділянках, де зруйнована окисна плівка

Обґрунтуйте відповідь

(5 балів)

2. Назвіть, від яких величин залежить критична довжина волокна:

- а) від міцності волокна; б) від міцності матриці;
- в) від діаметра волокна; г) від зсувної міцності поверхні поділу;
- д) від осьової міцності поверхні поділу

Обґрунтуйте відповідь

(5 балів)

3. Наведіть, до чого призводить утворення поверхневого шару продукту реакції на поверхні поділу фаз у композитах:

- а) до утворення нової групи дефектів;
- б) до зміцнення композиту;
- в) до руйнування волокна;
- г) до руйнування матриці.

Обґрунтуйте відповідь

(5 балів)

Результати перегляду робочої програми навчальної дисципліни
«Фізико-хімічні процеси структуроутворення композиційних та порошкових
матеріалів»

Змінено п. 9 «Засоби навчання» на «Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна»

- Лабораторні експериментальні зразки композиційних і порошкових матеріалів
- Альбом і електронна база даних мікроструктур композиційних і порошкових матеріалів
- Діаграми стану подвійних і потрійних систем
- Лабораторне обладнання: установка для термомеханічної обробки порошкових матеріалів, прес для холодного пресування порошків, оптичні мікроскопи, порошковий рентгенівський дифрактометр, прилади для вимірювання твердості і мікротвердості
- Конспект лекцій і методичні вказівки для виконання практичних робіт

Зміни до робочої програми навчальної дисципліни «Фізико-хімічні процеси структуроутворення композиційних та порошкових матеріалів» розглянуто на засіданні кафедри Матеріалознавства і технології металів

Протокол № 12 від 19.06.2026 р.

Завідувач кафедри М і ТМ



Юлія КАЗИМИРЕНКО

д.т.н., доцент, проф. каф-ри М і ТМ

Зміни до робочої програми навчальної дисципліни «Фізико-хімічні процеси структуроутворення композиційних та порошкових матеріалів» узгоджено з гарантом освітньо-наукової програми

Гарант ОНП «Матеріалознавство»,

д.т.н., доцент, проф. каф-ри М і ТМ



Юлія КАЗИМИРЕНКО