

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

Слободян С.О.

T71114

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

**Особливості виробництва порошкових матеріалів та обладнання
підприємств**

«Features of the production of powder materials and equipment of enterprises »

рівень вищої освіти	<i>перший (бакалаврський)</i>
тип дисципліни	<i>обов'язкова</i>
мова викладання	<i>українська</i>

Миколаїв – 2023

Дисципліна «Особливості виробництва порошкових матеріалів та обладнання підприємств» є однією із складових підготовки бакалаврів зі спеціальності 132 – «Матеріалознавство» галузі знань 13 «Механічна інженерія», освітня програма «Композиційні та порошкові матеріали, покриття»

«15» квітня 2023 року. - 26 с.

Розробник: Казимиренко Ю.О., д-р., техн. наук, доцент, професор кафедри матеріалознавства і технології металів

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Особливості виробництва порошкових матеріалів та обладнання підприємств» узгоджено з гарантом освітньої програми

Гарант освітньої програми «Композиційні та порошкові матеріали, покриття»

канд. техн. наук, доцент  Н. Ю. Лебедева

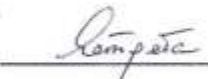
Проект робочої програми навчальної дисципліни «Особливості виробництва порошкових матеріалів та обладнання підприємств» розглянуто на засіданні кафедри матеріалознавства і технології металів

Протокол №9 від «15» травня 2023 р.

Завідувач кафедри  О.М. Дубовий

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Особливості виробництва порошкових матеріалів та обладнання підприємств» розглянуто навчально-методичною комісією кораблебудівного навчально-наукового інституту

Протокол № 4 від «24» травня 2023 р.

/ Голова  О.В. Бондаренко

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Особливості виробництва порошкових матеріалів» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу  А.В. Лабарткава

Робоча програма навчальної дисципліни «Особливості виробництва порошкових матеріалів та обладнання підприємств» 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. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	16
7. Форми поточного та підсумкового контролю	17
8. Критерії оцінювання результатів навчання	20
9. Засоби навчання	25
10. Рекомендовані джерела інформації	25

ВСТУП

Анотація

Освітньою програмою «Композиційні та порошкові матеріали, покриття» підготовки бакалаврів зі спеціальності 132 – «Матеріалознавство» галузі знань 13 «Механічна інженерія» передбачено набуття здобувачами вищої освіти знань про технології виготовлення та обробки порошкових матеріалів задля формування певної структури і функціональних властивостей виробів з них.

Дисципліна «Особливості виробництва порошкових матеріалів та обладнання підприємств» вивчатиме відомі та новітні технології порошкової металургії, які покладені в основу виготовлення виробів з металевих, неметалевих і композиційних порошків, принципи роботи обладнання та організації виробництва.

Дисципліна сприятиме розвитку навичок щодо вибору та розробки технологій матеріалів та виробів з них, щодо організації виробничих процесів, зокрема обчисленням економічної ефективності, проектування виробничих ділень та вибором методів контролю якості.

Ключові слова: порошкові матеріали, виріб, формування заготовок, спікання, процеси.

Abstract

The educational program «Composite and Powder Materials, Coatings» for bachelors in the specialty 132 – «Materials Science» in the field of knowledge 13 «Mechanical Engineering» provides students with knowledge about the technologies of manufacturing and processing powder materials for the formation of a certain structure and functional properties of products from them.

The discipline «Features of the production of powder materials and equipment of enterprises» will study the well-known and latest technologies of powder metallurgy, which are the basis for the manufacture of products from metallic, non-metallic and composite powders, the principles of equipment operation and production organization.

The discipline will contribute to the development of skills in the selection and development of technologies for materials and products from them, in the organization of production processes, in particular the calculation of economic efficiency, the design of production sites and the choice of quality control methods.

Keywords: powder materials, product, blank forming, sintering, processes.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 12	Галузь знань 13 - Механічна інженерія	Обов’язкова
Модулів – 3		Рік підготовки:
Змістових модулів – 7		3, 4
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність 132 – Матеріалознавство Освітня програма Композиційні та порошкові матеріали, покриття	Семестр
Індивідуальне науково-дослідне завдання		6-й, 7-й, 8-й
		Лекцій
		90 год.
		Практичні
		-
Загальна кількість годин – 240		Лабораторні
		75
Тижневих годин для денної форми навчання: 6-й семестр: аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 2. 7-й семестр: аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 8. 6-й семестр: аудиторних – 3; самостійної роботи студента – 4.	Освітній рівень: першій (бакалаврській)	
	Самостійна робота	
	195 год., в т.ч. 90 КП	
	Індивідуальні завдання: -	
	Вид контролю: 6-й семестр – екзамен 7-й семестр – екзамен КП – залік 8-й семестр – залік	
Форма контролю: комбінована		

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Особливості виробництва порошкових матеріалів та обладнання підприємств» є оволодіння знаннями щодо новітніх методів формування порошкових матеріалів, що спрямовано на вибір, розробку і удосконалення технологій і обладнання для виготовлення виробів з металевих, керамічних і композиційних порошків та формування у здобувачів вищої освіти відповідно до освітньої програми таких компетентностей:

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

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

3. КС 16. Здатність визначати доцільність і можливість заміни традиційних матеріалів для виготовлення виробів та нанесення покриттів на сучасні неметалеві, порошкові та композиційні.

4. 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: «Основи теоретичного і прикладного матеріалознавства», «Неметалеві матеріали», «Термічна обробка», «Стандартизація, метрологія, контроль якості продукції».

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувачів вищої освіти таких результатів навчання:

1. ПР 14. Розуміти будову металевих, неметалевих, композиційних та функціональних матеріалів та обирати оптимальні методи модифікації їх властивостей. Кваліфіковано вибирати матеріали для виробів різного

призначення.

2. ПР 30. Знання загальних принципів контролю та регулювання технологічних параметрів процесів виготовлення композиційних та порошкових матеріалів, напилення покриттів.

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

3. ПР 32. Обирати методи дослідження матеріалів та їх властивостей відповідно до поставленого завдання на основі аналізу науково-технічної документації, вітчизняного та закордонного досвіду.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1 (6-й семестр)

Змістовний модуль 1. Загальна характеристика технологій порошкової металургії

Тема 1. Мета і завдання дисципліни. Основні терміни і поняття [1]: С. 250-258.

Тема 2. Фізико-механічні, хімічні і технологічні властивості порошків: загальна характеристика та методи дослідження [1]: С. 262-268; [8] С. 121-147.

Тема 3. Порошки з металів та сплавів: технологічні основи виробництва, морфологічні і фізико-механічні характеристики [1]: С. 258-262.

Тема 4. Виготовлення металевих порошків з виробничих відходів [1]: С. 252-262.

Тема 5. Порошки неметалевих матеріалів і тугоплавких з'єднань: технологічні основи виробництва, морфологічні і фізико-механічні характеристики [1]: С. 260-262; [8] С. 28-60

Тема 6. Властивості порошку як пластично стисливого тіла [1]: С. 269-272

Тема 7. Функціональні властивості порошкових матеріалів [1]: С. 250-253; С. 288-291

Тема 8. Загальна технологічна схема виготовлення порошкових матеріалів і виробів з них [1]: С. 139-146.

Змістовний модуль 2. Підготовка порошків та їх сумішей для формування заготівель

Тема 9. Розсіювання і класифікація порошків за фракціями: фізичні процеси, обладнання і устаткування, дотримання техніки безпеки [1] С. 268-269; [2] С. 282-319.

Тема 10. Спеціальні операції підготовки металевих порошків до формування: фізико-хімічні процеси, обладнання і устаткування, дотримання техніки безпеки [1]: С. 168-223

Тема 11. Відпал, конгломерація та здрібнення неметалевих порошків: фізико-хімічні процеси, обладнання і устаткування, дотримання техніки безпеки [3]: С. 250-376

Тема 12. Призначення, хімічний склад, реологічні властивості пластифікаторів [3]: С. 250-376

Тема 13. Технології дозування і змішування порошків [3]: С. 24-30

Тема 14. Реологічні властивості формувальної суміші порошків [3]: С. 250-376

Тема 15. Активація і механічне легування порошків [1]: С. 347-348

Модуль 2 (7 семестр)

Змістовий модуль 3. Технології та процеси формування порошкових заготівель

Тема 16. Класифікація методів формування порошкових заготівель [4]: С. 102-111

Тема 17. Формування порошкових заготівель без прикладання тиску [1]: С. 274-276

Тема 18. Ізостатичне пресування порошків [1]: С. 272-273; [2]: С. 223-238

Тема 19. Високошвидкісне формування порошкових заготівель [1]: С. 276-386

Змістовий модуль 4. Технології та процеси спікання порошкових заготівель

Тема 20. Вплив температурно-часових параметрів на кінетику та інтенсивність процесу спікання порошків [1]: С. 280-296

Тема 21. Атмосфера спікання [1]: С. 284-286

Тема 22. Вплив факторів зовнішньої дії на кінетику і механізми спікання порошків [3]: С. 250-276

Тема 23. Гаряче пресування порошків та спікання під тиском [1]: С. 284-296

Тема 24. СВС-технології спікання порошків [4]: С. 85-91

Тема 25. Технології 3D-друку [1]: С. 256-258; [2]: С. 282-319

Змістовий модуль 5. Фізико-хімічні процеси спікання металевих, неметалевих, композиційних порошків та їх сумішей

Тема 26. Фізико-хімічні процеси твердофазного спікання порошків [1]: С. 279-286

Тема 27. Фізико-хімічні процеси рідкофазного спікання порошків [1]: С. 282-296

Тема 28. Активація процесів спікання порошків та заготівель [3]: С. 250-296

Тема 29. Реакційне спікання порошків [4]: С. 124-127

Курсове проектування

Модуль 3 (8 семестр)

Змістовий модуль 6. Додаткова обробка порошкових заготівель і виробів

Тема 30. Термічна і хіміко-термічна обробка порошкових матеріалів та виробів з них [3]: С. 39-42

Тема 31. Калібрування, гаряче штампування, термомеханічна обробка і просочення мастилом порошкових заготівель: [3]: С. 42-46

Тема 32. Інфільтрація порошкових заготівель [3]: С. 30-39

Тема 33. Механічна обробка спечених порошкових матеріалів [3]: С. 46-65

Тема 34. Технологічні дефекти порошкових виробів [1]: С. 278-285

Змістовий модуль 7. Організація виробництва на дільниці для виготовлення порошкових матеріалів і виробів з них

Тема 35. Контроль якості порошкових матеріалів і виробів [3]: С. 67-83

Тема 36. Проектування виробничої дільниці [5]: С. 27-44

Тема 37. Розробка технологічної інструкції [5]: С. 54-74

Тема 38. Заходи з охорони праці та довкілля [7]: С. 210-225

Тема 39. Техніко-економічні показники виготовлення порошкових виробів [6]: С. 51-71.

Тема 40. Системний підхід та інформаційна підтримка виробничих процесів [5]: С. 178-218.

Тема 41. Технологічний аудит стартап проєктів по виготовленню виробів з порошкових матеріалів [5]: С. 223-249.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		л	л.р.	п.р.	с.р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1 (6 семестр)					
Змістовий модуль 1. Загальна характеристика технологій порошкової металургії					
Тема 1. Мета і завдання дисципліни. Основні терміни і поняття	4	2	-	-	2
Тема 2. Фізико-механічні, хімічні і технологічні властивості порошків: загальна характеристика та методи дослідження	4	2	-	-	2
Тема 3. Порошки з металів та сплавів: технологічні особливості виробництва, морфологічні і фізико-механічні властивості	7	2	4	-	1
Тема 4. Виготовлення металевих порошків з виробничих відходів	7	2	4	-	1
Тема 5. Порошки неметалевих матеріалів і тугоплавких з'єднань: технологічні основи виробництва, морфологічні і фізико-механічні характеристики	6	2	2	-	2
Тема 6. Властивості порошку як пластично стисливого тіла	6	2	2	-	2
Тема 7. Функціональні властивості порошкових матеріалів	6	2	2	-	2
Тема 8. Загальна технологічна схема виготовлення порошкових матеріалів і виробів	5	2	2	-	1
Разом за змістовим модулем 1	45	16	16	-	13
Змістовий модуль 2. Підготовка порошків та їх сумішей для формування заготівель					
Тема 9. Розсіювання та класифікація порошків за фракціями: фізичні процеси, обладнання і устаткування, дотримання техніки безпеки	7	2	2	-	3
Тема 10. Спеціальні операції підготовки металевих порошків до формування: фізико-хімічні процеси	6	2	2	-	2
Тема 11. Відпал, конгломерація та здрібнення неметалевих порошків: фізико-хімічні процеси, обладнання, устаткування, дотримання техніки безпеки	7	2	2	-	3

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		л	л.р.	п.р.	с.р.
1	2	3	4	5	6
Тема 12. Призначення, хімічний склад, реологічні властивості пластифікаторів	6	2	2	-	2
Тема 13. Технології дозування і змішування порошків	6	2	2	-	2
Тема 14. Реологічні властивості формувальної суміші порошків	7	2	2	-	3
Тема 15. Активація і механічне легування порошків	6	2	2	-	2
Разом за змістовим модулем 2	45	14	14	-	17
Всього годин за модулем 1	90	30	30		30
Модуль 2 (7 семестр)					
Змістовий модуль 3. Технології та процеси формування порошкових заготівель					
Тема 16. Класифікація методів формування порошкових заготівель	10	2	4	-	4
Тема 17. Формування порошкових заготівель без прикладання тиску	6	2	-	-	4
Тема 18. Ізостатичне пресування порошків	8	4	2	-	2
Тема 19. Високошвидкісне формування порошкових заготівель	6	2	2	-	2
Разом за змістовим модулем 3	30	10	8	-	12
Змістовий модуль 4. Технології та процеси спікання порошкових заготівель					
Тема 20. Вплив температурно-часових параметрів на кінетику та інтенсивність процесу спікання порошків	5	2	2	-	1
Тема 21. Атмосфера спікання	5	2	2	-	1
Тема 22. Вплив факторів зовнішньої дії на кінетику і механізми спікання порошків	5	2	2	-	1
Тема 23. Гаряче пресування порошків та спікання під тиском	5	2	2	-	1
Тема 24. СВС-технології спікання порошків	5	2	2	-	1

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		л	л.р.	п.р.	с.р.
1	2	3	4	5	6
Тема 25. Технології 3D-друку	5	2	2	-	1
Разом за змістовий модуль 4	30	12	12	-	6
Змістовий модуль 5. Фізико-хімічні процеси спікання металевих, неметалевих, композиційних порошків та їх сумішей					
Тема 26. Фізико-хімічні процеси твердофазного спікання порошків	6	2	2	-	2
Тема 27. Фізико-хімічні процеси рідкофазного спікання порошків	8	2	2	-	4
Тема 28. Активація процесів спікання порошків і заготівель	8	2	2	-	4
Тема 29. Реакційне спікання порошків	8	2	4	-	2
Разом за змістовий модуль 5	30	8	10	-	12
Курсове проектування	90	-	-	-	90
Разом за модуль 2	180	30	30	-	120
Модуль 3 (8 семестр)					
Змістовий модуль 6. Додаткова обробка порошкових заготівель і виробів					
Тема 30. Термічна і хіміко-термічна обробка порошкових матеріалів та виробів з них	9	2	2	-	5
Тема 31. Калібрування, гаряче штампування. Термомеханічна обробка і просочення мастилом порошкових заготівель	9	2	2	-	5
Тема 32. Інфільтрація порошкових заготівель	9	2	2	-	5
Тема 33. Механічна обробка спечених порошкових матеріалів	9	2	-	-	7
Тема 34. Технологічні дефекти порошкових виробів	9	2	2	-	5
Разом за змістовий модуль 6	45	10	8	-	27
Змістовий модуль 7. Організація виробництва на дільниці для виготовлення порошкових матеріалів і виробів з них					
Тема 35. Контроль якості порошкових матеріалів і виробів	8	4	-	-	4

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		л	л.р.	п.р.	с.р.
1	2	3	4	5	6
Тема 36. Проектування виробничої ділянки	8	4	-	-	4
Тема 37. Розробка технологічної інструкції	5	2	1	-	2
Тема 38. Заходи з охорони праці та довкілля	8	4	2	-	2
Тема 39. Техніко-економічні показники виготовлення порошкових виробів	6	2	2	-	2
Тема 40. Системний підхід та інформаційна підтримка виробничих процесів	8	4	2	-	2
Тема 41. Технологічний аудит стартап проєктів по виготовленню виробів з порошкових матеріалів	4	2	-	-	2
Разом за змістовий модуль 7	45	20	7	-	18
Разом за модуль 3	90	30	15	-	45
Разом	360	90	75	-	195

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1		
Змістовий модуль 1. Технологічні основи виробництва металевих і неметалевих порошків		
1	Дослідження технологічних властивостей металевих, неметалевих та композиційних порошків	4
2	Дослідження впливу технології виробництва порошків на їх дисперсність і форму	4
3	Вивчення конструкції і принципу роботи шарових млинів	4
4	Вивчення конструкції і принципу роботи вібросит	4
	Всього за змістовим модулем 1	16
Змістовий модуль 2. Підготовка порошків та їх сумішей для формування заготівель		
5	Дослідження впливу попередньої обробки порошків на їх фізико-механічні властивості	4

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
6	Дослідження складу і підготовка порошків для виготовлення конструкційних, антифрикційних і фрикційних матеріалів	6
7	Підготовка термопластичного шлікера	4
	Всього за змістовим модулем 2	14
	Всього за модулем 1	30
Модуль 2 (7 семестр)		
Змістовий модуль 3. Технологія і процеси формування порошкових заготівель		
8	Дослідження технології статичного пресування порошків	4
9	Вивчення конструкції та принципу роботи пресувального обладнання	2
10	Дослідження основних видів дефектів при пресуванні порошкових матеріалів	2
	Всього за змістовим модулем 3	8
Змістовий модуль 4. Технологія і процеси спікання порошкових заготівель		
11	Дослідження особливостей мікроструктури спечених виробів	4
12	Вивчення конструкції та принципу роботи печей для спікання порошкових заготівель	4
13	Дослідження основних видів браку при спіканні порошкових матеріалів	4
	Всього за модулем 4	12
Змістовий модуль 5. Фізико-хімічні процеси спікання металевих, неметалевих і композиційних порошків		
14	Вибір режимів, дослідження процесів спікання металевих порошків та їх сумішей	4
15	Вибір режимів, дослідження процесів гарячого пресування порошків та їх сумішей	4
16	Вивчення методів активованого спікання порошкових заготівель	2
	Всього за змістовим модулем 5	10
	Всього за модулем 2	30
Модуль 3 (8 семестр)		
Змістовий модуль 6. Додаткова обробка порошкових заготівель і виробів		
17	Особливості термічної обробки порошкових матеріалів	2
18	Особливості хіміко-термічної обробки порошкових матеріалів	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
19	Дослідження особливостей процесу просочення порошкових заготовель	2
20	Вимірювання твердості порошкових заготовель і виробів	2
	Всього за змістовим модулем 6	8
Змістовий модуль 7. Організація виробництва на дільниці для виготовлення порошкових матеріалів і виробів з них		
21	Дослідження складської і транспортної системи на виробничій дільниці	3
22	Дослідження матеріальних та інформаційних потоків виробничих процесів порошкової металургії	4
	Всього за змістовим модулем 7	7
	Разом за модулем 3	15
	Всього	75

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Норматив	Денна форма
1	Підготовка до лекційних занять	1 год. на 1 лекцію	1×41=41
2	Підготовка до лабораторних робіт	2 год. на 1 роботу	2×22 = 44
4	Виконання курсового проекту		90
4	Підготовка до екзамену, заліку		20
	Разом		195

Курсовий проєкт

Тематика курсового проєктування (приклад)

№ варіанту	Тема курсового проєкту
1	Вибір складу і розрахунок оптимальних технологічних параметрів одержання ущільнюючого порошкового матеріалу

2	Вибір технології та дослідження конструкції прес-форми для виготовлення міднографітових порошкового кільця
3	Дослідження впливу технології на морфометричні характеристики карбонільного заліза
4	Дослідження впливу технології на форму і розмір порошків електролітичної міді
5	Вибір складу та устаткування для приготування термопластичного шлікера
6	Удосконалення конструкції вібростата
7	Розробка технологічної схеми виготовлення пористих фільтрів з порошку міді
8	Обґрунтований вибір технологічних параметрів та устаткування для виготовлення залізографітових порошкових матеріалів
9	Розробка конструкції прес-форми для виготовлення заготовок з порошку титану
10	Розробка технологічної схеми виготовлення антифрикційних матеріалів з порошку бронзи
11	Дослідження процесів пресування порошків заліза

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 контрольно-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;

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

- інструктаж - ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки, показ операцій та організацію робочого місця;
- контрольні тестові роботи програмованого типу (перелік запитань і можливі варіанти відповідей);
- лабораторний контроль.

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 і оцінки заключного екзамену або заліку.

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

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті за результатами оформленого звіту та питань для самоконтролю, передбачає оцінювання теоретичної підготовки за тематикою роботи та проблемних питань щодо виконання практичного завдання.

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 та їх оцінювання

Лабораторні роботи

Бал	Критерії оцінювання
4	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно або у групі, чітко сформульовані мета, завдання, порядок виконання; названі використане обладнання, пристосування, основні та допоміжні матеріали. У звіті сформульовані та визначені головні теоретичні відомості, чітко сформульовані висновки.
3	Робота виконана у встановлений термін. Здобувач виконує лабораторну роботу згідно з завданням, іноді після консультації викладача; в цілому правильно складає звіт з наведенням у ньому метою, стислими теоретичними

Бал	Критерії оцінювання
	відомостями, обладнанням, порядком виконання роботи, одержаними результатами та робить висновки.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач виконує лабораторну роботу згідно з завданням, іноді після консультації викладача; в цілому правильно складає звіт з наведенням у ньому метою, стислими теоретичними відомостями, обладнанням, порядком виконання роботи, одержаними результатами та робить висновки
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася.

Поточний модульний контроль у формі тестування

6 семестр

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	16	14	12	10	8	6	4	2	1	0

Форма контролю	Максимальна кількість балів
Виконання лабораторних робіт	7 роб. × 4 бали = 28 балів
Поточний модульний контроль	2 МКР × 16 балів = 32 балів
Всього	60

Поточний модульний контроль у формі тестування

7 семестр

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 лабораторних робіт	9 роб. × 4 бали = 36 балів
Поточний модульний контроль	3 МКР × 8 балів = 24 балів
Всього	60

Поточний модульний контроль у формі тестування

8 семестр

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0

Форма контролю	Максимальна кількість балів
Виконання лабораторних робіт	6 роб. × 4 бали = 24 балів
Поточний модульний контроль	2 МКР × 18 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	Здобувач вільно володіє матеріалом. Знає перспективні процеси виготовлення порошкових матеріалів. Знає зв'язок між технологічними параметрами отримання порошкових матеріалів та їх структурою і властивостями, може обрати певний метод і обладнання, розробити виробничу ділянку. Знає принципи організації виробництва порошкових матеріалів і виробів з них. Знає головні питання охорони праці на виробничих ділянках порошкової металургії.
8	Здобувач знає перспективні процеси виготовлення порошкових матеріалів, має уявлення про між технологічними параметрами отримання порошкових матеріалів та їх структурою і властивостями. Може обрати певний метод і обладнання для виготовлення порошкових матеріалів і виробів з них. Має уявлення про організацію виробництва та охорону праці на виробничих ділянках порошкової металургії.
6	Здобувач знає основні процеси виготовлення порошкових матеріалів і виробів з них; має уявлення про вплив технологічних параметрів на структуру і властивості порошкових матеріалів, може обрати обладнання та розробити план виробничої ділянки, знає важливі питання щодо охорони праці.

Бал	Критерії оцінювання
4	Здобувач знає основні процеси виготовлення порошкових матеріалів та виробів з них і має уявлення про обладнання та виробничу ділянку.
2	Здобувач розуміє сутність процесів виготовлення порошкових матеріалів.
0	Здобувач не орієнтується у матеріалах питання, не може відповісти на додаткові питання за змістом навчальної дисципліни

8. Критерії оцінювання результатів навчання

6 семестр

№ змістового модуля і теми		Денна форма	
		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	T3	Лабораторна робота № 1	4
	T4		
	T5	Лабораторна робота № 2	4
	T6		
	T7	Лабораторна робота № 3	4
	T8	Лабораторна робота № 4	4
ПМК		МКР 1	16
ЗМ 2	T9	Лабораторна робота № 5	4
	T10		
	T11		
	T12	Лабораторна робота № 6	4
	T13		
	T14	Лабораторна робота № 7	4
	T15		
ПМК		МКР 2	16
Підсумковий контроль		Екзамен, в т.ч.	40
		тестування	10
		усна відповідь	30
Сума			100

7 семестр

№ змістового модуля і теми		Денна форма	
		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 3	T16	Лабораторна робота № 8	4
	T17		
	T18	Лабораторна робота № 9	4
	T19	Лабораторна робота № 10	4
ПМК		МКР 3	8

№ змістового модуля і теми		Денна форма	
		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 4	T20	Лабораторна робота № 11	4
	T21		
	T22		
	T23	Лабораторна робота № 12	4
	T24		
	T25	Лабораторна робота № 13	4
ПМК		МКР 4	8
ЗМ 5	T26	Лабораторна робота № 14	4
	T27	Лабораторна робота № 15	4
	T28	Лабораторна робота № 16	4
	T29		
ПМК		МКР 5	8
Підсумковий контроль		Екзамен, в т.ч.	40
		тестування	10
		усна відповідь	30
Сума			100

Курсове проєктування

Оцінювання курсового проєкту

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
Пояснювальна записка	40	Зміст курсового проєкту повністю відповідає темі і завданню; чітко сформульована проблематика дослідження та мета проєктування; зроблені висновки відповідатимуть завданням. Пояснювальна записка добре структурована за розділами її оформлення відповідає стандарту. Застосовані сучасні методи дослідження структури, властивостей, обробки експериментів. Всі експериментальні дослідження проведені у присутності здобувача або за його безпосередньої участі. Результати підкріплюють попередньо зроблені розрахунки або використані для подальших розрахунків. Робота над виконанням проєкту була систематичною, пояснювальна записка вчасно

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
		подана на перевірку науковому керівнику у відповідності з планом виконання.
	35	Зміст курсового проєкту повністю відповідає темі і завданню; сформульовані проблематика дослідження та мета проєктування; зроблені висновки відповідатимуть завданням. Пояснювальна записка добре структурована за розділами її оформлення відповідає стандарту. В записці наведені результати розрахунків та експериментальних досліджень, для чого застосовані сучасні експериментальні та теоретичні методики. Робота над виконанням проєктом була систематичною, пояснювальна записка вчасно подана на перевірку науковому керівнику у відповідності з планом виконання.
	30	Зміст курсового проєкту повністю відповідає темі і завданню; сформульовані проблематика дослідження та мета проєктування; зроблені висновки відповідатимуть завданням. Пояснювальна записка добре структурована за розділами її оформлення відповідає стандарту. Здобувач не проводив самостійні дослідження, а використовував відомі результати з наукової літератури. Спостерігалися порушення у графіку виконання.
	20	Зміст курсового проєкту повністю відповідає темі і завданню; сформульовані проблематика дослідження та мета проєктування; зроблені висновки відповідатимуть завданням. При оформленні пояснювальної записки допущені деякі помилки. Здобувач не проводив самостійні дослідження, а використовував відомі результати з наукової літератури. У тексті спостерігається деяка неузгодженість у дослідницьких та розрахункових результатах. Спостерігалися порушення у графіку виконання.
	15	Зміст курсового проєкту повністю відповідає темі і завданню; проблематика дослідження

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
		сформульована нечітко, висновки у не у повній мірі відповідатимуть поставленим завданням. При оформленні пояснювальної записки допущені деякі помилки. Здобувач не проводив самостійні дослідження, а використовував відомі результати з наукової літератури, які не у повній мірі розкривають поставлену мету і завдання. Спостерігалися значні порушення у графіку виконання.
	5	Пояснювальна записка оформлена неохайно, з помилками, здобувачем порушено графік виконання.
Графічна частина	20	Графічна частина виконана самостійно і складається з креслення та слайд-презентації, які наочно ілюструють інженерний підхід до проблематики дослідження та проектування. Графічна частина оформлена відповідно стандарту, містить креативні рішення. Робота над графічною частиною проводилась паралельно з роботою над пояснювальною запискою, здобувач регулярно консультувався з викладачем.
	15	Графічна частина, яка складається з креслення і слайд-презентації, оформлена відповідно до стандарту та наочно ілюструє результати дослідження і проектування без новаторських ідей і креативних рішень. Здобувач регулярно консультувався з викладачем та виправляв зауваження.
	10	Графічна частина, яка складається з креслення та слайд-презентації, виконувалась окремо від пояснювальної записки, спостерігалися відхилення від план-графіку виконання. Здобувач невчасно консультувався з викладачем, неуважно застосовував лекційний матеріал.
	5	Графічна частина складається виключно з презентації
Захист роботи	40	Доповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає основні результати

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
		конструкторської розробки, 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	Здобувач спроможний чітко та стисло викласти основні результати проектування і дослідження, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
	30	Здобувач спроможний чітко та стисло викласти основні результати курсового проєкту, належно обґрунтовує положення роботи, але допускає неточності у відповідях на запитання.
	25	Здобувач спроможний чітко та стисло викласти основні результати курсового проєкту, але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи.
	20	Здобувач невпорядковано викладає основні результати курсового проєкту, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення
	15	Здобувач невпорядковано викладає основні результати курсового проєкту, робить спроби аргументувати положення роботи, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання
	10	Здобувач демонструє задовільні знання з теми курсового проєктування, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії, та належно обґрунтувати положення, які виносить на захист
	5	Здобувач невпорядковано викладає основні результати курсового проєктування, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію

8 семестр

№ змістового модуля і теми		Денна форма	
		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 6	T30	Лабораторна робота № 17	4
	T31		
	T32	Лабораторна робота № 18	4
	T34	Лабораторна робота № 19	4
	T35	Лабораторна робота № 20	4
ПМК		МКР 6	18
ЗМ 7	T36	Лабораторна робота №21	4
	T37		
	T38		
	T39	Лабораторна робота № 22	4
	T40		
ПМК		МКР 7	18
Підсумковий контроль		Екзамен, в т.ч.	40
		тестування	10
		усна відповідь	30
Всього			100

9. Засоби навчання

Для засвоєння дисципліни застосовуються:

- конспект лекцій (електронний ресурс);
- методичні вказівки до виконання лабораторних робіт;
- авторські кейси та ситуаційні завдання;
- нормативна документація, що регламентує виробничі процеси на підприємствах порошкової металургії (ДСТУ, технічні умови тощо);
- електронний каталог обладнання, прилади і технічні засоби.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Композиційні та порошкові матеріали: навчальний посібник / П. П. Савчук, В. П. Кошицькій, М. Д. Мельничук, О. Л. Садова : за заг. Ред. П. П. Савчука. – Луцьк: Видавець: ФОП Теліцин О. В., 2017. – 368 с.

2. Нові матеріали та технології їх отримання: підручник / Е. С. Геворкян, Г. Д. Семченко, Л. А. Тимофєєва, В. П. Нерубецький. – Харків: Укр ДУЗТ, 2015. – 345 с.

3. Постпроцеси адитивних технологій: навчальний посібник / Л. І. Пупань – Харків : НТУ, «ХП», 2023. – 91 с.

4. Теорія і технологія порошкової металургії: навчально-методичний посібник / Нестеренко Т. М., Скачков В. О., Воденнікова О. С. Запоріж. держ. інж. акад. – Запоріжжя: ЗДІА, 2016. – 192 с.

5. Організація виробництва: підручник / за ред. А. І. Яковлеап, С. П. Сударкіна, М. І. Ларки. – Харків : НТУ «ХП», 2016. – 436 с.

6. Організація і технологія матеріально-технічного забезпечення підприємства: навчальний посібник Гордійчук А. С., Стохів О. А., Кузнєцова Т. В., Збагурська Н. В. – Рівне: НУВГП, 2012. – 256 с.

7. Інтегровані технології обробки матеріалів / Е. С. Геворкян, Л. А. Тимофєєва, В. В. Нерубацький, О. М. Мельник. – Харків : УкрДУЗТ, 2016. – 238 с.

Додаткова література

8. Іноваційні неорганічні технології / Т. А. Донцова. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 291 с.

9. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Особливості виробництва порошкових матеріалів і виробів» / Івлєв А. І., Казимиренко Ю. О. У двох частинах: частина 1. – 2006. – 32 с.

10. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Особливості виробництва порошкових матеріалів і виробів» / Івлєв А. І., Казимиренко Ю. О. У двох частинах: частина 2. – 2007. – 32 с.

11. Методичні вказівки до виконання курсових робіт з дисциплін: «Фізико-хімічні основи формування структури та властивостей порошкових і композиційних матеріалів» і «Особливості виробництва порошкових матеріалів та виробів» та курсового проекту з дисципліни «Обладнання підприємств порошкової металургії» / Івлєв А. І., Казимиренко Ю. О., Сизоненко О. М.. – Миколаїв : НУК, 2009. – 48 с.

12. Методичні вказівки до виконання курсової і лабораторних робіт з дисципліни «Дисперсні матеріали та композити» / Казимиренко Ю. О., Карпеченко А. А.. – Миколаїв: НУК, 2019. – 100 с.

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