



# ПОРОШКОВІ ТА КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>136 Металургія</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютеризовані процеси лиття</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>5 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ECTS, 54 годин лекцій, 18 годин практичних занять</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік / модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>Лекція – 3 години раз на тиждень, практичне заняття – 1 година раз на тиждень</i> <i><a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент, Биба Євген Георгійович, e-mail: egby-iff@ill.kpi.ua</i> <i>Лабораторні роботи: к.т.н., доцент, Биба Євген Георгійович</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://foundry.kpi.ua/courses/kompozycijni-materialy/">https://foundry.kpi.ua/courses/kompozycijni-materialy/</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

*Дисципліна призначена для ознайомлення студентів з прогресивним класом композитних та порошкових матеріалів, без яких неможливий сучасний розвиток науки, техніки та промисловості. Вивчаючи дисципліну, студенти узагальнюють власні знання з різних дисциплін та долучаються до світового досвіду використання сучасних матеріалів з урахуванням технічних, технологічних, економічних та екологічних факторів. Можливість керування складом та технологією виготовлення композитів є головним завданням у створенні матеріалів з прогнозованими властивостями, що значно розширює область застосування даних матеріалів.*

*Метою навчальної дисципліни є формування у студентів комплексу базових знань та уявлень щодо класифікації, призначення і технології виготовлення порошкових та нанопорошкових матеріалів, методів контролю властивостей, а також щодо класифікації, властивостей, технологічних процесів одержання та галузей використання композиційних виробів.*

*Предметом вивчення навчальної дисципліни «Порошкові композиційні матеріали» є сучасні порошкові та композиційні матеріали, їх хімічні, фізичні та фізико-механічні властивості, а також процеси і технології, які знайшли своє застосування для створення сучасних порошкових матеріалів.*

***Програмні результати навчання відповідно до освітньої програми:***

*ПР 1. Розробляти технологію виробництва на основі розуміння процесів, що відбуваються, з урахуванням особливостей виробництва та визначати оптимальний режим роботи обладнання з урахуванням наявних невизначеностей та ризиків.*

*ПР 5.Співвідносити хімічний склад, структуру і властивості матеріалів металургійного виробництва.*

*ПР 11.Обирати і обґрунтовувати вихідну сировину, матеріали та напівпродукти відповідно до умов металургійного виробництва за спеціалізацією з урахуванням технологічних та інших невизначеностей.*

**Компетентності, яких набуває студент:**

**Фахові компетентності:**

*ФК1.Здатність вибирати матеріал для виготовлення продукції з метою забезпечення заданих властивостей.*

*ФК 8. Здатність використовувати професійні знання для забезпечення якості та оптимізації технологічних процесів та продукції.*

*ФК12.Здатність здійснювати оптимізацію технологічних процесів з метою отримання якісної продукції.*

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

*Для успішного засвоєння дисципліни студенту необхідно володіти знаннями з дисциплін «Металознавство», «Спеціальні та особливі види лиття», «Сталеве литво».*

*Вивчення дисципліни сприяє засвоєнню навчальних дисциплін циклу професійної підготовки.*

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

**Розділ 1.** Композиційні матеріали з металевою матрицею.

*Тема 1.1. Металеві матриці та композиційні матеріали на їхній основі;*

*Тема 1.2. Керамічні та металокерамічні композиційні матеріали;*

**Розділ 2.** Отримання виробів методами порошкової металургії.

**Розділ 3.** Тугоплавкі матеріали.

*Тема 3.1. Карбіди;*

*Тема 3.2. Нітриди;*

**Розділ 4.** Матеріали з особливими властивостями.

*Тема 4.1. Надтверді матеріали;*

*Тема 4.2. Наноматеріали та методи їх одержання;*

*Тема 4.3. Вуглецеві матеріали та наноструктури;*

**Розділ 5.** Нові матеріали в металургії саморозповсюджувального високотемпературного синтезу (СВС).

**Розділ 6.** Основні методи дослідження та застосування нових матеріалів.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

*Базова 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.*
- 2. Серєда Б.П. Нові матеріали в металургії. Навчальний посібник. – Запоріжжя: Видавництво Запорізької державної інженерної академії, 2009. – 395 с.*
- 3. Степанчук А.М. Теоретичні та технологічні основи отримання порошків металів, сплавів і тугоплавких сполук: Підручник. – К.: НТУУ „КПІ”, 2006. – 353 с. 3.*
- 4. Степанчук А.М. Теорія і технологія пресування порошкових матеріалів: Навчальний посібник/ А.М. Степанчук. – К.: Центр навчальної літератури. - 2017. – 336 с.*
- 5. Буренніков, Ю. А. Нові матеріали та композити : навчальний посібник / Ю.А.Буренніков, І. О. Сивак, С. І. Сухоруков – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 161с.*

*Додаткова література:*

6. Азаренков М. О. Сучасні конструкційні матеріали – композити : навчально-методичний посібник / М. О. Азаренков, В. Є. Семененко, М. М. Пилипенко. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2004. – 75 с.
7. Рослик І.Г., Ковзік А.М., Внуков О.О. Основи порошкової металургії. Частина 1. Виробництво порошків. Навч. Посібник. – Дніпро: НМетАУ, 2019. - 50 с.
8. Технологія конструкційних матеріалів: Підручник / М.А.Сологуб, І.О.Рожнецький, О.І.Некоз та ін. – К.: Вища школа, 2002. – 374 с.
9. Дурягина З.А. Сплави з особливими властивостями : навч. посібник / З.А. Дурягина, О.Я. Лизун, В.Л. Пілюшенко. – Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2007. – 236 с.
10. Технологія виробництв порошкових та композиційних матеріалів метод. вказівки до викон. лабор. робіт для студентів напряму підготовки – 6.050403, спеціальності «Композиційні та порошкові матеріали, покриття» / Уклад.: А.В. Мініцький, М.О. Сисоєв, В.А. Маслюк, Я.В. Зауличний – К.: НТУУ“КПІ”, 2011, 52 с.

Рекомендується ознайомитись зі змістом вказаних базових та додаткових джерел, більш глибоко опрацювати рекомендовані викладачем розділи, що відповідають тематиці лекцій та/чи лабораторних робіт. Для окремих розділів доцільно створити електронний конспект.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Зміст лекційних занять

- Заняття 1. Загальна характеристика композиційних матеріалів. Дисперсно-зміцнені та волокнисті композиційні матеріали. Композиційні наплавочні матеріали. [1-9]
- Заняття 2. Алмазо-твердосплавний макрокомпозиційний матеріал. Перспективні технології металургії гранул жароміцних нікелевих сплавів. [1-9]
- Заняття 3. Отримання високопористих матеріалів із волокон вуглецевих сталей та їх механічні властивості. Застосування металургії гранул при розробці титанових сплавів зінтерметалідним зміцненням. [1-9]
- Заняття 4. Основні етапи технології виробництва виробів з порошків. Пористі порошкові матеріали. [1-9]
- Заняття 5. Конструкційні порошкові матеріали. Високотемпературні матеріали. [1-9]
- Заняття 6. Напівпровідникові матеріали. Діелектричні матеріали. Надпровідні матеріали. [1-9]
- Заняття 7. Магнітні матеріали. [1-9]
- Заняття 8. Методи отримання і властивості металевих порошків. Спікання порошків. [1-9]
- Заняття 9. Псевдосплави на основі вольфраму та міді. Новий композитний вуглецевий матеріал: технологія і перспективи. [1-9] **Тематична контрольна робота**
- Заняття 10. Тугоплавкі матеріали (карбіди, нітриди). [1-9]
- Заняття 11. Плівки і покриття з нанокристалічною структурою. [1-9]
- Заняття 12. Сфери застосування наноструктурованих матеріалів. [1-9]
- Заняття 13. Вуглеграфітові матеріали. [1-9]
- Заняття 14. Фулерени. [1-9] **Тематична контрольна робота**
- Заняття 16. Властивості СВС-матеріалів, способи їх отримання.
- Заняття 17. Макрооднорідні матеріали та макронеоднорідні матеріали. [1-9]
- Заняття 18-19. Розвиток нових матеріалів отриманих в умовах СВС. [1-9]
- Заняття 20. Використання процесів саморосповсюджуючого високотемпературного синтезу в технології газотермічного напилення покриттів. [1-9]
- Заняття 21-24. Основні методи дослідження порошкових та композиційних матеріалів. Оптична і просвічуюча електронна мікроскопія. Спектральні методи дослідження. Рентгенівські методи аналізу. [1-9]
- Заняття 25. Основні області застосування порошкових композиційних матеріалів. [1-9]

## **Залік**

### **Зміст практичних робіт**

Основні завдання циклу практичних робіт є формування у студентів уявлень про методи отримання та дослідження порошкових композиційних матеріалів; отримання комплексу знань про будову та фазовий склад вихідних порошків та виробів з них і вибір методів діагностики.

Практична робота №1 Вступне заняття. Правила техніки безпеки при роботі з лабораторним обладнанням.[10]

Практична робота №2 Одержання та вивчення властивостей конструкційних спечених матеріалів.[10]

Практична робота №3-4 Одержання та вивчення властивостей порошкових фрикційних матеріалів. [10]

Практична робота №5-6 Одержання та вивчення властивостей пористих проникних матеріалів. [10]

Практична робота №7-8 Дослідження впливу технологічних параметрів на структуру та властивості спечених твердих сплавів. [10]

Практична робота №9 Заключне заняття.

### **6. Самостійна робота студента**

Самостійна робота студентів (загальна тривалість 48 годин) з дисципліни полягає в:

- підготовці до лекційних занять – в розрахунку 1 година на 1 лекцію (27 години)
- підготовці до виконання практичних робіт, аналізі одержаних результатів та формулюванні висновків – в розрахунку 1 година на 2 години виконання практичної роботи = 9 години;
- підготовці до тематичних контрольних робіт – 6 години.
- підготовці до підсумкової атестації – заліку (6 годин).

## **Політика та контроль**

### **7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- Відвідування усіх видів занять не є обов'язковим.
  - Пропущене без поважної причини лекційне заняття студент повинен відпрацювати шляхом написання тестування з кожної пропущеної теми.
  - Завдання пропущеної практичної роботи студент повинен виконати в час, узгоджений з викладачем. Якщо пропуск відбувся без поважної причини – з загальної оцінки за практичне заняття знімається 10% за кожні дві години пропуску.
- Під час усіх видів практичних робіт забороняється використання мобільних телефонів у звуковому режимі, дозволяється обмежене використання месенджерів у беззвучному режимі.
- Результати виконаних практичних робіт оформлюються у вигляді звітів, написаних від руки. Звіт супроводжується формулами, графіками – елементами, які підтверджують виконання завдань та одержані результати. За дистанційної форми навчання звіт може виконуватися як «від руки», так і в будь-якому текстовому редакторі і на перевірку надається у роздрукованому вигляді. Безпосередній захист відбувається у формі співбесіди, запитань-відповідей.
- Заохочувальні бали можуть бути призначені за особливі успіхи у навчанні – застосування творчого підходу до виконання лабораторних робіт, у тому числі, використання даних для робіт з тематики власних наукових досліджень. Сумарна кількість заохочувальних балів може складати від 1 до 10 балів.
- Політикою дедлайнів передбачається необхідність своєчасного виконання завдань. Тестування за пропущену лекцію має бути пройдено не пізніше 2-х тижнів з часу пропущеної лекції. Звіти з лабораторних робіт виконуються і подаються на перевірку не пізніше 2-х тижнів

з моменту завершення. Усі письмові документи мають бути захищені до закінчення теоретичного навчання в семестрі.

- Усі учасники освітнього процесу: викладачі і студенти в процесі роботи вивчення дисципліни мають керуватись принципами академічної доброчесності, передбаченими «Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»» <https://kpi.ua/code>.

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль:

- експрес-опитування або тестування на лекційних заняттях – максимум 1 бал, всього 24 балів.
- захист звітів з практичних робіт всього максимально 40 балів – максимум 10 балів з кожної роботи
- МКР розбита на 2 Тематичні контрольні роботи, які проводяться у вигляді тестів на 7-му та 11-му навчальних тижнях. Максимальна оцінка за кожний тест 18 балів, всього складає 36 бали за семестр.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Для позитивного першого календарного контролю студент повинен отримати позитивні оцінки за захист практичної роботи №2 та Тематичної контрольної роботи №1. Для позитивного другого календарного контролю студент повинен отримати позитивні оцінки за захист практичних робіт №3-4, №5-6 та тематичної роботи №2.

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 60 балів за умови виконання усіх практичних робіт та кількості балів за видами робіт, відповідно:

- Експрес-опитування або тестування на лекційних заняттях не менше 5
- Тематичні контрольні роботи не менше 20
- Захист звітів з практичних не менше 35 балів.

У випадку незгоди з семестровим рейтингом, студент має право здавати залікову контрольну роботу, що складається з двох завдань. Проводиться письмово, на написання відводиться 2 академічні години. У випадку, якщо оцінка за залікову контрольну менша ніж за рейтингом, застосовується «м'який» PCO (студент отримує більшу з оцінок із отриманих за результатами залікової контрольної або за рейтингом).

Відповідь на кожне з питання оцінюється у 50 балів за 100-бальною шкалою, відповідно:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання);
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями);
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками);
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно».

Оцінка за відповідь знижується – за принципові помилки у відповіді на 15-10 балів, за неповну відповідь на 10-5 балів, за неправильне використання термінів на 5 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо

<i>Менше 60</i>	<i>Незадовільно</i>
<i>Не виконані умови допуску</i>	<i>Не допущено</i>

#### **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

- *Перелік питань, які виносяться на семестровий та календарний контроль знаходиться в Додатку А.*
- *Лабораторні роботи плануються з максимальним використанням обладнання лабораторій ЦККНО «Матеріалознавство тугоплавких сполук та композитів» в структурі ІМЗ ім. Є.О. Патона, яке застосовується при одержанні та дослідженні широкого спектру порошкових, композиційних матеріалів та покриттів, а також з частковим проведенням в профільних наукових установах.*

#### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

Складено доцентом каф. Ливарного виробництва, к.т.н., Бибією Євгеном Георгійовичем

Ухвалено кафедрою Ливарного виробництва (протокол № 12 від 26 червня 2024 р.)

Погоджено Методичною комісією Науково навчального Інституту матеріалознавства та зварювання ім. Є.О.Патона (протокол № 12/24 від 28 червня 2024 р.)

## ДОДАТОК А

### Перелік питань на семестровий та календарний контроль з дисципліни «Порошкові та композиційні матеріали»

#### **До тематичної контрольної роботи №1**

1. Що називають композиційним матеріалом?
2. Яка структура КМ?
3. Що вам відомо про поліармовані і поліматричні КМ?
4. Яким чином отримують дисперсно-зміцнені КМ?
5. Наведіть переваги і недоліки дисперсно-зміцнених КМ.
6. Якими волокнами армують КМ?
7. Як змінюється ступінь зміцнення при зміні відношення довжини до діаметру?
8. Наведіть переваги і недоліки КМ із неметалічною матрицею.
9. Які властивості і структури характерні вуглеволоконітам і бороволоконітам?
10. З якою метою вводяться в матрицю іони металів?
11. Наведіть переваги і недоліки керамічних КМ.
12. Наведіть класифікацію електротехнічних матеріалів за способом застосування.
13. Яка основна характеристика електропровідності матеріалів?
14. Назвіть основні матеріали високої провідності та де вони застосовуються.
15. Які матеріали займають за електропровідністю проміжне положення між провідниками і діелектриками?
16. Перерахуйте основні благородні метали та особливості їхніх властивостей і застосування.
17. Які матеріали застосовуються для сонячних батарей?
18. З якого матеріалу виготовляють колекторні пластини електричних машин?
19. Чим відрізняються ситали від скла і кераміки?
20. Яка природа феромагнетизму?
21. Які процеси відбуваються при намагнічуванні феромагнетику?
22. Як впливає кремній на властивості електротехнічної сталі?
23. Назвіть основні характеристики магнітотвердих матеріалів.
24. Яким чином можна одержати високі значення основних характеристик магнітотвердих матеріалів?
25. Які матеріали відносяться до надтвердих? Наведіть приклади.
26. Загальна технологічна схема виготовлення порошкових конструкційних матеріалів.
27. Вплив пористості на механічні властивості порошкових конструкційних матеріалів.
28. Вплив легуючих добавок на фізико-механічні властивості порошкових конструкційних матеріалів.
29. Технологічні варіанти формування порошкових конструкційних матеріалів.
30. Дайте класифікацію фрикційних матеріалів і назвіть області їх застосування.
31. Які компоненти застосовуються для виготовлення фрикційних матеріалів? Охарактеризуйте їх властивості і призначення.
32. Які вимоги пред'являються до фрикційних добавок?
33. Від чого залежить коефіцієнт тертя матеріалів?
34. В чому полягають особливості спікання фрикційних матеріалів?
35. За якими механізмами відбувається спікання фрикційних матеріалів?
36. Які матеріали використовують для виготовлення фільтрів?
37. Який вид пористості визначає якість фільтрів?
38. Основні фактори які впливають на форму та розміри пор?
39. Які основні характеристики фільтрів ви знаєте?
40. Які методи ви знаєте для визначення розмірів пор?
41. Для яких фільтрів ступінь очищення вищий: одно- чи двошарових?
42. Які методи формування використовують для одержання фільтрів?

43. В чому полягає відмінність виготовлення фільтрів із сферичних та несферичних порошків?
44. Які пороутворювачі ви знаєте і від чого залежить їх вибір?
45. Визначте просторову розмірність наноб'єктів.
46. Визначте поняття «наноконсолідовані матеріали».
47. Із чим пов'язана підвищена міцність нанокристалічних матеріалів?
48. Яка особливість структури міжзеренних границь нанокристалічних матеріалів?

#### **До тематичної контрольної роботи №2**

49. Яка частка нанокристалічної речовини стосується міжзеренної границі?
50. Які магнітні особливості нанокристалічних матеріалів?
51. Які основні групи виділяють у методах одержання наноструктурованих матеріалів?
52. Які групи методів дозволяють одержувати наноструктуровані матеріали з високою щільністю?
53. Що таке фулерен? Чим відрізняється молекули C<sub>60</sub> від C<sub>70</sub>?
54. Які особливості фулеренів?
55. Що таке нанотрубки?
56. Якими методами одержують фулерени і вуглецеві нанотрубки?
57. Які основні подібності і розходження будови фулеренів і вуглецевих нанотрубок?
58. Охарактеризуйте структурні особливості одностінчатих і багатостінчатих ВНТ у порівнянні з іншими структурними станами вуглецю (алмаз, графіт, фулерени).
59. Перелічіть конструкції покриттів з нанокристалічною структурою, що формуються іонно-плазмовими методами осадження?
60. За рахунок чого можна підвищити термічну стабільність нанокристалічних покриттів?
61. Перелічіть області застосування матеріалів з нанокристалічною структурою. Наведіть приклади
62. Назвіть види поверхневого зміцнення.
63. Поясніть процес механічного зміцнення.
64. Що є основою газотермічного напilenня?
65. У чому полягає процес плакування?
66. Поясніть принцип хіміко-термічної обробки сталеві поверхні.
67. У чому полягає принцип дії магнетронної розпилювальної системи?
68. Перелічіть переваги магнетронних розпилювальних систем.
69. Наведіть переваги вакуумно-дугового методу осадження покриттів.
70. У чому полягає сутність процесу іонної імплантації?
71. У чому полягає сутність процесу плазмохімічного осадження плівок?
72. Наведіть основні переваги і недоліки методів PVD і CVD. Із яких основних стадій складається процес плазмохімічного осадження покриттів?
73. Якими методами можливо вивчати мікроструктуру матеріалу?
74. Які існують методи вивчення мікроструктури поверхні твердих тіл?
75. Що виявляє електронна мікроскопія з високою розподільчою здатністю?
76. Які існують методи визначення хімічного складу поверхні?
77. Що розуміють під терміном «термічний аналіз»?
78. Що характеризують механічні властивості?
79. Які існують методи механічних випробувань? Наведіть приклади.
80. На які види поділяються механічні випробування? Охарактеризуйте їх.
81. Дайте визначення поняття твердості. Наведіть приклади, де твердість відіграє головну роль у характеристиках деталей машин та виробів.
82. Які методи визначення твердості Вам відомі? Опишіть їх.
83. Що таке ударна в'язкість матеріалів? Як вона визначається, позначається та у яких одиницях виражається?
84. Перелічіть механічні характеристики, які можна визначити за допомогою методу індентування.