



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Порошкові композиційні матеріали

Шифр та назва спеціальності

G10 – Металургія

Інститут

ННІ Механічної інженерії та транспорту

Спеціалізація

–

Кафедра

Ливарне виробництво (142)

Освітня програма

Металургійні процеси та системи

Тип дисципліни

Вибіркова

Рівень освіти

Другий (магістерський)

Форма навчання

Денна

Семестр

2

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Берлізева Тетяна Вікторівна

Tatiana.Berlizieva@khpi.edu.ua

Кандидат технічних наук, доцент кафедри ливарного виробництва НТУ «ХПІ»

Досвід роботи – 13 років. Автор та співавтор понад 60 наукових та методичних публікацій. Курси: «Проектування ливарних цехів та дільниць», «Технології одержання металів та сплавів для ливарного виробництва», «Прогресивні технології спеціальних видів литва», «Печі ливарних цехів», «Обладнання ливарного виробництва».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Курс «Порошкові композиційні матеріали» зосереджений на вивченні одного з найперспективніших напрямків сучасної металургії, який дозволяє створювати матеріали з унікальним поєднанням властивостей, що неможливо досягти традиційними методами.

Мета та цілі дисципліни

Мета вивчення дисципліни – забезпечити майбутніх фахівців знаннями і навичками у виготовленні та дослідженні порошкових композиційних матеріалів. Виконання практичних робіт допоможе краще зрозуміти взаємозв'язок між складом, технологією отримання, структурою та властивостями цих унікальних матеріалів.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Розрахункове завдання. Підсумковий контроль – залік.

Компетентності

ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК3. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності)...

ЗК5. Здатність виявляти ініціативу та підприємливість.

СК 3 Здатність забезпечувати якість в металургії.

СК 4 Здатність аналізувати і вдосконалювати технологічні процеси в металургії.

СК 8 Здатність приймати ефективні рішення в металургії.

СК 11. Здатність проводити пошук та аналіз науково-технічної інформації за фахом, вивчення, вітчизняного й закордонного досвіду, структурувати та використовувати в дослідницькій діяльності.

Результати навчання

РН 2 Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її, обирати оптимальні методи та здійснювати статистичний аналіз даних.

РН 4 Вільно спілкуватися державною та англійською мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів діяльності у сфері металургії та ширшого кола інженерних питань, презентації результатів досліджень та інноваційних проектів.

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

РН 6 Формувати структуру і властивості продукції металургійного виробництва відповідно до потреб замовників.

РН 9 Організовувати і керувати лабораторним контролем сировини і продукції металургійного виробництва.

РН 17. Розуміння властивостей новітніх конструкційних матеріалів та сучасних технологій виготовлення із них виробів

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 72 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних Дисциплін: «Теорія ливарних сплавів», «Сплави кольорових металів», «Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство», «Аналіз і синтез ливарних систем», «Ресурсозберігаючі технології та плавка сплавів зі спеціальними властивостями».

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На практичних заняттях використовується проєктний підхід до навчання, ігрові методи, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій в порошкових композиційних матеріалів. Навчальні матеріали доступні студентам через OneNote Class Notebook..

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій

Кількість годин

Тема 1. Вступ	2
Тема 2. Перспективи застосування ливарних композиційних матеріалів у машинобудуванні Усвідомлення перспектив застосування композиційних матеріалів в машинобудуванні	2
Тема 3. Методи виготовлення литих композиційних матеріалів Переваги та недоліки литих композиційних матеріалів. Основні методи виготовлення литих композиційних матеріалів	4
Тема 4. Композиційні матеріали з алюмінієвою матрицею. Види композиційних матеріалів з алюмінієвою матрицею та їх властивостей	4
Тема 5. Композиційні матеріали із магнієвою матрицею Види композиційних матеріалів з магнієвою матрицею та їх властивостей	4
Тема 6. Композиційні матеріали з мідною матрицею Види композиційних матеріалів з мідною матрицею та їх властивості	4
Тема 7. Композиційні матеріали із нікелевою матрицею Види композиційних матеріалів з нікелевою матрицею та їх властивості	4
Тема 8. Композиційні матеріали із цинковою матрицею Види композиційних матеріалів з цинковою матрицею та їх властивостей	4
Тема 9. Псевдосплави. Будова, властивості, можливості застосування Будова, властивості та можливості застосування псевдосплавів	2
Тема 10. Матеріали литих елементів медичного протезування та імплантації Принципи вибору матеріалів для литих елементів медичного протезування та імплантації	2
Загальна кількість годин	32

Практичні заняття

Теми практичних/семінарських занять

Кількість годин Вагові коефіцієнти а

Теми практичних/семінарських занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти а
Тема 1. Вивчення властивостей металевих порошків Основні властивості металевих порошків, що використовуються для отримання композиційних матеріалів, та їхні характеристики.	2	1
Тема 2. Спінання порошкових композиційних матеріалів Основні закономірності процесу спінання порошкових композиційних матеріалів та дослідити вплив параметрів спінання на їхню густину.	2	1
Тема 3. Дослідження структури та властивостей порошкових композиційних матеріалів Методи дослідження структури та механічних властивостей порошкових композиційних матеріалів.	4	1
Тема 4. Пресування порошкових композиційних матеріалів Формування порошкових пресовок та вплив тиску пресування на густину та міцність заготовок	4	1

Тема 5. Контроль якості та сфери застосування порошкових композиційних матеріалів Основні методи контролю якості порошкових композиційних матеріалів та їхня різноманітна сфера застосування в сучасній техніці.	4	1
Загальна кількість годин	16	$\sum_{i=1}^n a_i = 5$
Лабораторні заняття Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.		
Контрольні роботи		
Контрольні роботи з порошкових композиційних матеріалів	Вагові коефіцієнти b	
Тема. 1 Що таке порошкові композиційні матеріали (ПКМ)? Наведіть їх основні відмінності від інших видів композитів та моновитих матеріалів. 2 Які переваги та недоліки мають ПКМ порівняно з матеріалами, виготовленими іншими методами? 3 Охарактеризуйте основні компоненти ПКМ (матриця, армуючий компонент). Наведіть приклади матеріалів, що використовуються в якості кожного компонента. 4 Які основні класифікації ПКМ існують (за типом матриці, за типом армування, за призначенням тощо)? 5 Наведіть приклади застосування ПКМ у різних галузях промисловості. 6 Які вимоги висуваються до вихідних порошків для ПКМ? 7 Опишіть основні методи отримання металевих порошків (розпилення, відновлення, електроліз, карбонільний метод). Вкажіть їх переваги та недоліки. 8 Опишіть основні методи отримання керамічних порошків. 9 Які характеристики порошків є найбільш важливими для процесів пресування та спікання (розмір частинок, форма частинок, питома поверхня, насипна густина, текучість)? Як вони впливають на кінцеві властивості матеріалу? 10 Як визначаються ці характеристики порошків? 11 Опишіть сутність процесу пресування порошків. Які види пресування існують (одноосьове, ізостатичне, гаряче пресування)? 12 Які фактори впливають на ущільнення порошків під час пресування? 13 Що таке "зелена заготовка" і які її властивості? 14 Опишіть сутність процесу гарячого ізостатичного пресування (ГІП). Які переваги ГІП над традиційним пресуванням? 15 Наведіть інші методи формування ПКМ (прокатка, екструзія, шлікерне лиття, 3D-друк порошками). 16 Що таке спікання? Опишіть рушійні сили процесу спікання. 17 Назвіть основні стадії спікання (початкова, проміжна, кінцева). 18 Опишіть основні механізми масопереносу під час спікання (об'ємна дифузія, поверхнева дифузія, в'язка течія, випаровування-конденсація). Які з них є домінуючими на різних стадіях спікання?	1	
Тема. 1 Які фактори впливають на процес спікання (температура, час, атмосфера, розмір частинок, добавки)? 2 Що таке рідиннофазне спікання? Які його переваги та недоліки? 3 Опишіть сутність реакційного спікання та його застосування. 4 Що таке SPS (Spark Plasma Sintering) та чим він відрізняється від традиційного спікання?	1	

- 5 Опишіть типову мікроструктуру ПКМ. Які її основні елементи?
- 6 Як впливають об'ємна частка, розподіл та форма армуючих частинок на властивості ПКМ?
- 7 Які види зв'язку можуть утворюватися на міжфазній межі "матриця-армування"? Яке значення має міцність міжфазної взаємодії?
- 8 Охарактеризуйте механічні властивості ПКМ (міцність, твердість, в'язкість руйнування, зносостійкість).
- 9 Опишіть особливості фізичних властивостей ПКМ (теплопровідність, електропровідність, магнітні властивості).
- 10 Які фактори визначають зносостійкість ПКМ?
- 11 Охарактеризуйте корозійну стійкість ПКМ.
- 12 ПКМ з металевою матрицею (ММК). Наведіть приклади та області застосування.
- 13 ПКМ з керамічною матрицею (КМК). Наведіть приклади та області застосування.
- 14 ПКМ з полімерною матрицею (ПМК), виготовлені порошковими методами. Наведіть приклади та області застосування.
- 15 Функціональні ПКМ (магнітні, електроконтактні, фрикційні, пористі матеріали). Опишіть принципи їх дії та застосування.
- 16 Наноматеріали в порошковій металургії.
- 17 ПКМ для адитивних технологій (3D-друк).
18. Опишіть повний технологічний цикл виготовлення ПКМ (від отримання порошків до фінішної обробки).

Загалом

$$\sum_{i=1}^n b_i = 2$$

Самостійна робота

Курс передбачає виконання розрахункового завдання з вибору та обґрунтуванню складу та методу виготовлення композиційного матеріалу для заданих експлуатаційних вимог. Результат розрахунків оформлюється у письмовий звіт.

Студентам також рекомендуються додаткові матеріали для самостійного вивчення та аналізу.

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення

Кількість годин

Тема 1. Класифікація та загальні властивості порошкових матеріалів
Знання про основні види порошків, їхні характеристики та роль у формуванні властивостей кінцевого матеріалу.

2

Тема 2. Методи отримання металевих та керамічних порошків
Принципи та технологічні особливості основних методів отримання порошків.

4

Тема 3. Формування порошкових заготовок (пресування та інші методи)
Принципи та технологічні аспекти формування "сирих" заготовок, їхні властивості.

4

Тема 4. Теоретичні основи та кінетика спікання
Фізичні основи та механізми процесу спікання, що є ключовим етапом у порошковій металургії..

4

Тема 5. Металеві композиційні матеріали
Класифікація, методи отримання та властивості металевих композитів.

4

Тема 6. Керамічні композиційні матеріали (кермети) Особливості металокерамічних матеріалів, їхні властивості та застосування.	4
Тема 7. Композити з полімерною та вуглецевою матрицею (оглядово) Основи отримання та застосування композитів, де порошкові методи можуть бути використані для виготовлення металевих або керамічних наповнювачів чи створення гібридних структур	4
Тема 8. Адитивні технології (3D-друк) в порошковій металургії Сучасні адитивні технології, їхні можливості та вимоги до порошкових матеріалів.	4
Тема 9. Контроль якості та сфери застосування порошкових та композиційних матеріалів Методи контролю якості та різноманітними сферами застосування ПКМ.	4
Тема 10. Сучасні та перспективні порошкові та композиційні матеріали Новітні розробками та майбутніми напрямками розвитку ПКМ.	2
Загальна кількість годин	36

Тематика індивідуальних завдань

Виконання розрахункового завдання передбачає вибір та обґрунтування складу та методу виготовлення композиційного матеріалу для заданих експлуатаційних вимог відповідно до мети навчальної дисципліни. Здобувач обирає конкретну тему в межах загальної тематики за погодженням з викладачем. Обсяг звіту: 8–12 сторінок основного тексту. Звіт має бути оформлений відповідно до вимог, наведених у літературному джерелі [3]. Завдання виконується протягом навчальних тижнів і подається на перевірку до заліку.

Теми індивідуального завдання

Тема 1. Бронзові втулки, отримані спіканням порошкового матеріалу	
Тема 2. Конструкційні, антифрикційні, фрикційні та електроконтактні порошкові матеріали	
Тема 3. Порошкові сплави міді.	
Тема 4. Тверді сплави та тугоплавкі метали.	
Тема 5. Металопластики та вуглепластики.	
Тема 6. Композити з каркасною структурою (псевдосплави).	
Тема 7. Дрібнодисперсні композиційні матеріали з матричною структурою.	
Тема 8. Композити з пошаровою структурою.	
Загальна кількість годин	36

Література та навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Ponomarenko O. Advanced Technologies of Manufacturing Readily Removable Cores for Obtaining High-Quality Castings/ O. Ponomarenko, I. Grimzin, N. Yevtushenko, T. Lysenko, D.Marynenko // Advances in Design, Simulation and Manufacturing IV Proceedings of the 4th International Conference on Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange, DSMIE-2021, June 8–11, 2021, Lviv, Ukraine – Volume 1: Manufacturing and Materials Engineering. Pages 565-574. Lecture Notes in

Mechanical Engineering. Springer, Cham. – 2021. – Pages 565-574. DOI: 10.1007/978-3-030-77719-7_56

2. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Порошкові композиційні матеріали» для студентів денної та заочної форми навчання за спеціальністю G10 «Металургія» рівня магістр / Уклад. : Берлізева Т.В.. – Харків: НТУ «ХПІ», 2025. – 22 с.

<https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/91715>

3. Методичні вказівки до самостійної роботи з навчальної дисципліни «Порошкові композиційні матеріали» для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальністю G10 «Металургія» /уклад. Т.В. Берлізева –Х.:НТУ «ХПІ», 2025 – 24 с.

<https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/91717>

4. Klymenko, S. Determining rational complex modifying and alloying additives to improve the mechanical characteristics of gray cast iron / Klymenko, S., Verkhovliuk, A., Sevoian, A., Akimov O., Ponomarenko, O., Penziev, P. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2024, 6(12(132)), pp. 15–23

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85215359624&origin=resultslist>

5. Писаренко В.Г., Савуляк В.В., Боковий Є.Ф., Завадюк С.В. Сучасні технології в машинобудуванні. Інжекційне лиття порошку: навч. посіб. – Вінниця: Вінницький національний технічний університет, 2019. – 242 с.

Додаткова література

1. Гарнець В.М. Матеріалознавство. Підручник. К. : Кондор, 2024. 348 с.

2. Пушкарьова К.К. Матеріалознавство. К. : Ліра К, 2015. 592 с.

3. Ensuring the High Strength Characteristics of the Surface Layers of Steel Products Kostyk, K., Kostyk, V., Akimov, O., Kamchatna-Stepanova, K., Shyrokyi, Y. Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2022, pp. 292–301

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85120627938&origin=resultslist>

4. Determination of the required ratio of the components of charge materials for the smelting of alloy steel 35CrMo, Kostyk, K. O., Akimov, O. V., Emkhimmid Ali, R. A., Terentiev, D. P., Alrida, Z. A. (2022), Casting processes, 2, 34-43. <http://jnas.nbu.gov.ua/article/UJRN-0001372435>

5. Penziev, P., & Lavryk, Y. (2024). Diagnostics of the temperature condition of cast iron melting in induction furnaces by the content of SiO₂ and CaO in slag. ScienceRise, (1), 14-20. <https://doi.org/10.21303/2313-8416.2024.003558>

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо відповідно до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k :

Поточний контроль (практичні роботи), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3	Підсумковий контроль (для ОК з заліком), k_4
0,2	0,4	0,3	0,1

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = П \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + Пк \cdot k_4,$$

де: $П$ – середньозважена середня оцінка за поточний контроль,

I – оцінка за виконання індивідуального завдання,

K – середньозважена оцінка за контрольні роботи,

Π_k – оцінка за підсумковий контроль.

$$\Pi = \frac{\Pi_1 \cdot a_1 + \Pi_2 \cdot a_2 + \dots + \Pi_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^5 a_i},$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за практичне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1}{\sum_{i=1}^2 b_i},$$

де: b_i - ваговий коефіцієнт за контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову (Π, K, I, \dots) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з [положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ»](#).

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої O з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

30.06.2025

Дата погодження, підпис

30.06.2025 Дата погодження,
підпис

Завідувач кафедри

Ольга ПОНОМАРЕНКО

Гарант ОП

Дмитро ДЬОМІН