

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

Національний університет «Запорізька політехніка»

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра Композиційні матеріали, хімія та технології

(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**В.о. декана Факультету
будівництва, архітектури та дизайну

Ольга БАБЕНКО

15 вересня 2025 року

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**ОК 33 Термічна обробка порошкових та композиційних матеріалів**

(шифр за відповідною освітньою програмою та назва навчальної дисципліни)

освітня програма Композиційні та порошкові матеріали, покриття

(назва освітньої програми (спеціалізації))

спеціальність G8 Матеріалознавство

(код і найменування спеціальності)

галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво

(код і найменування галузі)

ступінь вищої освіти бакалавр

(назва ступеня вищої освіти)

2025 рік

програма з дисципліни «Термічна обробка порошкових та композиційних матеріалів»
(назва навчальної дисципліни)

спеціальності G8 Матеріалознавство,
(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Композиційні та порошкові матеріали, покриття.
(назва освітньої програми (спеціалізації))

Розробник: Акімов І.В., доцент кафедри «Композиційні матеріали, хімія та технології», канд. техн. наук, доцент
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Програма погоджена:

В.о. завідувача кафедри «Композиційні матеріали, хімія та технології»,
на якій виконується освітній компонент

 Іван АКИМОВ
«03» 09 2025

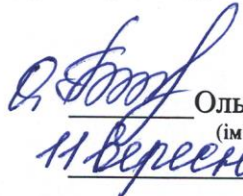
Гарант освітньої програми

 Іван АКИМОВ
(ім'я прізвище)
03. 09 2025

Схвалено науково-методичною комісією факультету будівництва, архітектури та дизайну
(найменування факультету)

Протокол від «11» вересня 2025 року №1

Голова науково-методичної комісії

 Ольга БАБЕНКО
(ім'я прізвище)
11 вересня 2025

1. Опис навчальної дисципліни

Загальна характеристика

Обов'язковий освітній компонент	
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень
Ступінь вищої освіти	Бакалавр
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G8 Матеріалознавство
Обмеження щодо форм навчання	Без обмежень

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів	4	
Модулів	2	—
Змістових модулів	2	—
Семестр	6	6
Загальна кількість годин	120	
з них аудиторних:	44	8
лекції	30	6
практичні	—	—
лабораторні	14	2
семінарські	—	—
з них самостійної роботи:	76	112
Занять на тиждень	3	8
Індивідуальні завдання	—	Контрольна робота
Форма контролю	Іспит	
Курсова робота (проект) (загальний обсяг)	—	

2. Мета навчальної дисципліни

Мета: Вивчення загальної характеристики та класифікації видів термічного оброблення порошкових та композиційних матеріалів. Формування у студентів знання та вміння необхідного для вибору та застосуванню режимів термічного оброблення порошкових та композиційних матеріалів (ПКМ), а також обладнання при виготовленні виробів різноманітного призначення.

3. Завдання вивчення дисципліни

Основне завдання навчальної дисципліни – опанування студентами теорії та технології термічного, термо-механічного й хіміко-термічного оброблення порошкових та композиційних матеріалів. Головних методів дослідження структури, механічних, фізичних та технологічних властивостей термооброблених порошкових й композиційних матеріалів. Загальні закономірності процесів, що протікають при термічній і хіміко-термічній обробці. Особливості оброблення порошкових та композиційних матеріалів при виготовленні виробів з них. Навчитися обґрунтувати вибір технології термічного, термомеханічного або хіміко-термічного оброблення порошкового та композиційного виробу в залежності від його хімічного складу та призначення. Проводити аналіз структури та властивостей термооброблених виробів. Призначати режими термічного та хіміко-термічного оброблення.

4. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни

Для успішного вивчення даної дисципліни студент повинен мати базові знання з фізики, зокрема розуміти основи термодинаміки та процеси теплопередачі, володіти фундаментальними знаннями з хімії щодо хімічних реакцій та фізико-хімічних процесів. Необхідне попереднє розуміння будови та структури матеріалів, кристалічних решіток, вміння аналізувати фазові діаграми та орієнтуватися в основних механічних, фізичних і технологічних характеристиках матеріалів. Важливим є володіння математичним апаратом та базовими методами дослідження структури матеріалів. Знання та компетентності, отримані під час вивчення дисципліни «Термічна обробка порошкових та композиційних матеріалів», є фундаментальними для подальшого освоєння технологій модифікації властивостей порошкових матеріалів та композиційних, розуміння процесів структуроутворення в матеріалах при різних температурних режимах, вибору оптимальних параметрів обробки та прогнозування кінцевих властивостей виробів. Засвоєні принципи та закономірності термічної обробки дозволять студентам ефективно вирішувати практичні завдання з управління структурою та властивостями матеріалів, розробки нових технологічних процесів та оптимізації існуючих режимів термічної обробки в їх подальшій професійній діяльності.

5. Характеристика навчальної дисципліни

Загальні компетентності:

1. ЗК.02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
2. ЗК.05. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Фахові компетентності:

1. СК.02. Здатність забезпечувати якість матеріалів та виробів.

2. СК.03 Здатність ефективно використовувати технічну літературу та інші джерела інформації в галузі матеріалознавства.

3. СК.05. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних матеріалознавчих проблем.

4. СК.07. Здатність продемонструвати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки діяльності в сфері матеріалознавства.

5. СК.10. Здатність застосовувати навички роботи із випробувальним устаткуванням для вирішення матеріалознавчих завдань.

6. СК.15. Здатність застосовувати знання технічних характеристик обладнання, умов його роботи та застосування контрольно-вимірних приладів.

7. СК.17. Здатність виявляти методики покращення комплексу технологічних, службових властивостей металевих та неметалевих матеріалів.

Очікувані програмні результати навчання:

1. ПРН13. Розуміти будову металевих та функціональних матеріалів та обирати оптимальні методи модифікації їх властивостей.

2. ПРН28. Знання фізико-хімічних явищ, міжфазних взаємодій в металах та сплавах таких як отриманих методами традиційної металургії так і порошкові для їх коригувань технології виробництва.

3. ПРН21. Описувати послідовність підготовки виробів та обчислювати економічну ефективність виробництва виробів з металів та сплавів.

4. ПРН23. Володіти методами забезпечення та контролю якості матеріалів.

5. ПРН26. Знання основних технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів та умов їх застосування.

6. ПРН28. Знання фізико-хімічних явищ, міжфазних взаємодій в металевих та неметалевих матеріалах для коригувань технології виробництва композиційних, порошкових матеріалів та нанесення покриттів.

7. ПРН29. Вміння обґрунтувати вибір обладнання та обирати оптимальний тип оснастки для виготовлення виробів з порошкових та композиційних матеріалів.

8. ПРН31. Знати та застосовувати методи експериментальних досліджень хімічних, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів та виробів.

6. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Головні поняття та визначення. Термічне оброблення виробів з металевих сплавів.

Тема 1. Предмет, задачі та зміст дисципліни. Поняття критичних точок на прикладі сталей. Класифікація видів термічної обробки. Характеристики відпалів першого роду: гомогенізаційний відпал та відповідні структурні зміни; відпал для зменшення внутрішніх напружень, його обґрунтування.

Тема 2. Попереднє відпалювання порошкових виробів перед пресуванням. Процеси та режими при відпаленні. Застосовувані середовища при попередньому відпаленні виробів з порошкових сплавів.

Тема 3. Перетворення в сплавах при нагріванні. Утворення аустеніту при нагріванні сталей. Зміна розміру аустенітного зерна. Структурна спадковість.

Тема 4. Діаграми ізотермічного розпаду переохолодженого аустеніту; відпал другого роду. Дифузійне перетворення аустеніту при охолодженні. Побудова діаграми ізотермічного розпаду переохолодженого аустеніту. Перлітне перетворення в сталях.

Тема 5. Відпал другого роду сталей: повний, неповний, сфероїдизуючий, ізотермічний, нормалізаційний.

Тема 6. Вибір режимів гартування. Загартовуваність та прогартовуваність сталей. Зміна властивостей сталі при гартуванні на мартенсит. Поверхнєве гартування сталей. Прогартовуваність сталей та фактори, що її визначають.

Тема 7. Відпуск сталей. Структурні зміни при відпусканні сталей (стадії відпуску). Зміни властивостей при відпусканні сталей. Види відпуску.

Тема 8. Особливості термічної обробки чавунів. Відпал чавунів. Нормалізація, гартування та відпуск чавунів. Природне та штучне старіння чавуну.

Змістовий модуль 2. Хіміко-термічне та термомеханічне оброблення.

Тема 9. Особливості термічного оброблення виробів з порошкових вуглецевих та легованих сталей, конструкційного та інструментального призначення.

Тема 10. Хіміко-термічне оброблення виробів з металевих сплавів. Навуглецювання (цементация) в залізо-вуглецевих сплавах.

Тема 11. Азотування та нітроцементация – режими та область застосування. Хромування – режими та область застосування. Сульфідкування – режими та область застосування.

Тема 12. Нові види хіміко-термічної й термічної обробки металів. Високотемпературна нітроцементация. Іонне азотування та азотування у магнітному полі. Лазерна термічна та хіміко-термічна.

Тема 13. Термомеханічна обробка (ТМО). Низько та високотемпературна ТМО сталей, що загартовуються на мартенсит. ТМО з деформацією під час перлітного перетворення. Особливості ТМО порошкових сплавів та сплавів.

Тема 14. Контроль технологічних параметрів операцій термічної обробки. Види контролю виробів. Види дефектів виробів при термічній та хіміко-термічній обробці.

Тема 15. Термічне оброблення полімерів. Процес, що відбуваються в них при нагріванні, витримці та охолодженні для зміни їхньої структури й властивостей. Термоформування та відпал полімерних виробів. Реакції зшивання для термореактивних смол для клеїв, діелектриків та композитів.

7. Орієнтовний розподіл навчального часу

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		лк	пр	лаб	інд	с.р.		лк	пр	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1 Головні поняття та визначення. Термічне оброблення виробів з металевих сплавів.												
Тема 1. <i>Предмет, задачі та зміст дисципліни. Поняття критичних точок на прикладі сталей. Класифікація видів термічної обробки. Характеристики відпалів першого роду: гомогенізаційний відпал та відповідні структурні зміни; відпал для зменшення внутрішніх напружень, його обґрунтування.</i>	7	2				5	2	2				6
Тема 2. <i>Попереднє відпалювання порошкових виробів перед пресуванням. Процеси та режими при відпаленні. Застосовувані середовища при попередньому відпаленні виробів з порошкових сплавів.</i>	7	2				5						8
Тема 3. <i>Перетворення в сплавах при нагріванні. Утворення аустеніту при нагріванні сталей. Зміна розміру аустенітного зерна. Структурна спадковість.</i>	7	2				5	2	2				6
Тема 4. <i>Діаграми ізотермічного розпаду переохолодженого аустеніту; відпал другого роду. Дифузійне перетворення аустеніту при охолодженні. Побудова діаграми ізотермічного розпаду переохолодженого аустеніту. Перлітне перетворення в сталях.</i>	7	2				5						8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 5. Відпал другого роду сталей: повний, неповний, сфероїдизуючий, ізотермічний, нормалізаційний.	7	2				5						8
Тема 6. Вибір режимів гартування. Загартовуваність та прогартовуваність сталей. Зміна властивостей сталі при гартуванні на мартенсит. Поверхнєве гартування сталей. Прогартовуваність сталей та фактори, що її визначають.	11	2		4		5	2			2		6
Тема 7. Відпуск сталей. Структурні зміни при відпусканні сталей (стадії відпуску). Зміни властивостей при відпусканні сталей. Види відпуску.	11	2		4		5						8
Тема 8. Особливості термічної обробки чавунів. Відпал чавунів. Нормалізація, гартування та відпуск чавунів. Природне та штучне старіння чавуну.	7	2				5						8
Разом за змістовим модулем 1	64	16		8		40	6					58
Змістовий модуль 2 Хіміко-термічне та термомеханічне оброблення.												
Тема 9. Особливості термічного оброблення виробів з порошкових вуглецевих та легованих сталей, конструкційного та інструментального призначення.	7	2				5	2	2				6
Тема 10. Хіміко-термічне оброблення виробів з металевих сплавів. Навуглецювання (цементация) в залізо-вуглецевих сплавах.	7	2				5						8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 11. Азотування та нітроцементация. Хромування. Сульфідкування – режими та область застосування.	7	2				5						8
Тема 12. Нові види хіміко-термічної й термічної обробки металів. Високотемпературна нітроцементация. Іонне азотування та азотування у магнітному полі. Лазерна термічна та хіміко-термічна.	7	2				5						8
Тема 13. Термомеханічна обробка (ТМО). Низько та високотемпературна ТМО сталей, що загартовуються на мартенсит. ТМО з деформацією під час перлітного перетворення. Особливості ТМО порошкових сплавів та сплавів.	13	2		6		5						8
Тема 14. Контроль технологічних параметрів операцій термічної обробки. Види контролю виробів. Види дефектів виробів при термічній та хіміко-термічній обробці.	7	2				5						8
Тема 15. Термічне оброблення полімерів. Процес, що відбуваються в них при нагріванні, витримці та охолодженні для зміни їхньої структури й властивостей. Термоформування та відпал полімерних виробів. Реакції зшивання для термореактивних смол для клеїв, діелектриків та композитів.	8	2				6						8
Разом за змістовим модулем 2	56	14		6		36	2					54
Усього годин	120	30		14		76	8					112

8. Теми лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення глибини прогартуваності порошкових вуглецевих сталей в залежності від температури гартування та величини їх пороності.	4
2	Вплив режимів гартування та відпуску на механічні властивості порошкової вуглецевої сталі.	4
3	Зварювання та паяння порошкових виробів	6

9. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вибір технологічного обладнання для попереднього відпалу металевих порошків із урахуванням об'ємів виробництва. Технологічний маршрут.	12
2	Різновиди термомеханічного оброблення порошкових матеріалів різних складів та призначення	12
3	Контролююче обладнання якості термічного оброблення порошкових виробів	10
4	Розроблення карт технологічних процесів термічної та хіміко-термічної обробки.	10
5	Технологія термічної обробки на металургійних підприємствах.	10
6	Технологія термічної обробки на машинобудівних підприємствах	10
7	Різновиди термічного оброблення виробів із композиційних матеріалів із металевою та неметалевою основою	12

10. Форми та методи контролю

Методами контролю є: тестовий, практична перевірка, а також методи самоконтролю і самооцінки.

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота															Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1								Змістовий модуль 2								
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15		
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	100

T1, T2 ... T12 – теми змістових модулів.

11. Політика курсу

Під час навчання студенти зобов'язані дотримуватися академічної доброчесності:

- самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю;

- дотримуватися норм законодавства про авторське право;
- приймати активну участь у навчальному процесі;
- не запізнюватися на заняття, не пропускати заняття без поважних причин;
- самостійно і своєчасно вивчати матеріал пропущеного заняття;
- давати достовірну інформацію про результати власної навчальної діяльності.
- бути терпимим і доброзичливим до однокурсників та викладачів.

12.Методичне забезпечення

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Термічне оброблення порошкових та композиційних матеріалів» для студентів спеціальності 132 Матеріалознавство, освітня програма «Композиційні та порошкові матеріали, покриття», денної форми навчання / Укл. І.В. Акімов – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 18 с.

13. Перелік навчальної, наукової та довідкової літератури

Основна:

1. Афтандіянц Є.Г. Матеріалознавство: підручник / Є.Г. Афтандіянц, О.В. Зазимко, К.Г. Лопатко. – Київ: Вища освіта, 2012. – 548 с.
2. Матеріалознавство: підручник / [Дяченко С.С., Дощечкіна І.В., Мовлян О.А. та ін.]; під ред. С.С. Дяченко – Харків.: ХНАДУ, 2007. – 440 с.
3. Дубовий, О.М. Інженерне матеріалознавство: Підручник / О.М. Дубовий, Ю.О. Казимиренко, Н.Ю. Лебедева, С.М. Самохін. – Миколаїв: НУК, 2009. – 444 с.

Допоміжна:

4. Мохорт, А.В. Термічна обробка металів: Навчальний посібник / А.В. Мохорт, М.Г. Чумак. – К.: Либідь. 2002. –512 с.
5. Кузін, О.А. Металознавство та термічна обробка металів [Текст] :Підручник / О.А. Кузін, Р.А. Яцюк . – Львів : вид-во “Афіша”, 2002. – 304 с.
6. Конспект лекцій з дисципліни «Термічна обробка металів» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 132 Матеріалознавство, за освітньо-професійною програмою «Матеріалознавство» всіх форм навчання / Укладач: Вакуленко І.О. – Кам'янське: ДДТУ, 2024.– 121 с.

14.Рекомендовані інформаційні джерела

1. <http://library.zntu.edu.ua/>
2. <http://arxiv.org/>
3. <http://libportal.org.ua/>
4. https://fizmat.7mile.net/materialoznavstvo/3_2_1-term-obrobka.html

5. <https://ua.mana-metal.com/info/heat-treatment-process-of-powder-metallurgy-ma-84587300.html>
7. <https://www.youtube.com/watch?v=G7Ct0jrrHdU&t=9s>
6. <https://www.youtube.com/watch?v=1JpIRAyYpXg>