

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Кафедра ФМ
(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Олександр КЛИМОВ

2024 року

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

OK27 МЕТАЛОЗНАВСТВО

(шифр за відповідною освітньою програмою та назва навчальної дисципліни)

освітня програма (спеціалізація) Прикладне матеріалознавство
(назва освітньої програми (спеціалізації))

спеціальність 132 Матеріалознавство
(код і найменування спеціальності)

галузь знань 13 Механічна інженерія
(код і найменування галузі)

ступінь вищої освіти Бакалавр
(назва ступеня вищої освіти)

програма Металознавство дисципліни
(назва навчальної дисципліни)

спеціальності 132 Матеріалознавство
(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Прикладне матеріалознавство
(назва освітньої програми (спеціалізації))

Розробник (и): Кононенко Юлія Іванівна, старша викладачка кафедри «Фізичне матеріалознавство»
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Програма погоджена:

Завідувач кафедри
 Фізичного матеріалознавства

Вадим ОЛЬШАНЕЦЬКИЙ

dd os 2024

Гарант освітньої програми

Валерій ВІНІЧЕНКО

(ім'я прізвище)
dd os 2024

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-фізичного факультету
(найменування факультету)

Протокол від «22»серпня 2024 року № 1

Голова науково-методичної комісії

Олександр КЛИМОВ

(ім'я прізвище)
dd os 2024

1. Опис навчальної дисципліни

Загальна характеристика

Обов'язковий освітній компонент	
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень
Ступінь вищої освіти	Бакалавр
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	132 Матеріалознавство
Обмеження щодо форм навчання	Без обмежень

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів	5	
Модулів	2	-
Змістових модулів	2	-
Семестр	4	4
Загальна кількість годин	150	
з них аудиторних:	60	12
<i>лекції</i>	30	6
<i>практичні</i>	-	-
<i>лабораторні</i>	30	6
<i>семінарські</i>	-	-
з них самостійної роботи:	80	138
Занять на тиждень на тиждень	2	-
Індивідуальні завдання	10	-
Форма контролю	екзамен	
Курсова робота (проект) (загальний обсяг)	-	

2. Мета навчальної дисципліни

Метою дисципліни є розуміння закономірностей будови структури металів і сплавів, які визначаються хімічним складом, кінетикою фазових перетворень та діаграмами стану; з'ясування основних закономірностей структуроутворення в процесі первинної кристалізації, питань формування структури металевих матеріалів при пластичній деформації тиском та зміни їх структури і властивостей після нагрівання; встановлення зв'язку між хімічним складом, структурою, властивостями та застосуванням залізобутлецевих сплавів; вивчення впливу легувальних елементів на структуру легуваних сталей в умовах рівноваги та властивості сплавів.

3. Завдання вивчення дисципліни

Основне завдання навчальної дисципліни – розвинути знання та практичні навички студентів в напрямку вивчення особливостей впливу способу отримання, вмісту вуглецю та легування на структуру та властивості сталей.

4. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни

Для успішного вивчення дисципліни «Металознавство» студент повинен мати базові знання з фізики, хімії, механіки, основ будови металів, дефектів кристалічної будови.

Знання та навички, отримані під час вивчення дисципліни «Металознавство», є основою для подальшого вивчення теорії та технології термічної обробки, конструкційних, інструментальних сталей, сталей з особливими властивостями. Дисципліна забезпечує базу для освоєння методів дослідження та контролю якості матеріалів. Металознавство формує фундаментальне розуміння взаємозв'язку між структурою, властивостями та методами обробки матеріалів, що є важливим для всіх подальших профільних дисциплін.

5. Характеристика навчальної дисципліни

Загальні компетентності:

1. КЗ.05. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
2. КЗ.06. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.
3. КЗ.07. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
4. КЗ.08. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
5. КЗ.14. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

Фахові компетентності:

1. КС.01.Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, фізичні і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних матеріалознавчих завдань.

2. КС.02.Здатність продемонструвати розуміння проблем якості матеріалів та виробів.

3. КС.03.Здатність продемонструвати розуміння питань використання технічної літератури та інших джерел інформації в галузі матеріалознавства.

4. КС.04.Здатність працювати в групі над великими інженерними проектами у сфері матеріалознавства.

5. КС.05.Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних матеріалознавчих проблем.

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

7. КС.08.Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів.

8. КС.09.Здатність застосовувати сучасні методи математичного та фізичного моделювання, дослідження структури, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів для вирішення матеріалознавчих проблем.

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

10. КС16.Здатність обґрунтовано здійснювати вибір матеріалів для конкретних умов експлуатації.

11. КС17.Здатність обирати методики покращення комплексу технологічних і службових властивостей.

12. КС18.Здатність застосовувати та демонструвати базові знання з фундаментальних розділів фізики твердого тіла, фазових рівноваг для розуміння процесів формування структури і властивостей матеріалів, прогнозування їх експлуатаційних характеристик та розробки новітніх технологій виробництва перспективних матеріалів.

Очікувані програмні результати навчання:

1. РН2. Знати та вміти використовувати знання фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації матеріалознавства, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

2. РН10. Уміти поєднувати теорію і практику для розв'язування завдань матеріалознавства.

3. РН12. Знати інженерні дисципліни, що лежать в основі спеціальності, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів програми, в тому числі мати певну обізнаність в їх останніх досягненнях.

4. РН13. Розуміти будову металевих, неметалевих, композиційних та функціональних матеріалів та обирати оптимальні методи модифікації їх властивостей. Кваліфіковано вибирати матеріали для виробів різного призначення.

5. РН29. Вміння використовувати залежність між будовою, структурою і властивостями металевих, неметалевих матеріалів, режимів їх термічної обробки для отримання необхідних показників якості виробів відповідно до умов експлуатації в будівельній, машинобудівній та аерокосмічній галузі.

6. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Закономірності формування структури металевих матеріалів.

Тема 1. Вступ. Будова металів та сплавів. Металографічні методи дослідження.

Вступ. Значення та задача курсу. Загальні відомості про фізико-механічні властивості металів та сплавів. Металографічні методи дослідження. Макроскопічний та мікроскопічний метод дослідження. Кількісна металографія.

Тема 2. Кристалізація металів.

Будова рідких металів. Поняття ближнього і дальнього порядку. Термодинаміка та кінетика первинної кристалізації, криві охолодження при твердінні металу. Основні параметри кристалізації.

Гомогенна самодовільна кристалізація. Зміна вільної енергії при кристалізації та утворенні зародків критичного розміру. Зв'язок між швидкістю та ступенем переохолодження. Розмір зерна.

Гетерогенна (несамодовільна) кристалізація. Роль вкраплень та стінок форми при зародженні кристалів. Форма та будова кристалів. Дендритна кристалізація. Концентраційне переохолодження. Модифікування, його роль. Будова зливків СП, КП, транскристалізація. Дефекти, які виникають при кристалізації.

Види ліквації, методи усунення, вплив на будову та властивості металу. Неметалеві вкраплення, методи виявлення, ідентифікація.

Тема 3. Деформація та рекристалізація.

Пружна та пластична деформація. Деформація ковзанням і двійникуванням. Системи ковзання в ґратках металів. Дислокаційний механізм ковзання при пластичній деформації.

Особливості деформації моно- та полікристалів. Зміни структури при пластичній деформації. Утворення текстур деформації. Властивості холоднодеформованого металу.

Основні процеси, що відбуваються при нагріванні (відпочинок, полігонізація, первинна і збиральна рекристалізація). Поняття вторинної рекристалізації. Зміна структури та властивостей при нагріванні холоднодеформованих металів.

Критичний ступінь деформації. Розмір зерна після рекристалізації. Холодна, тепла і гаряча деформація металів. Структурні зміни під час гарячої деформації металів.

Тема 4. Теорія будови сплавів. Фази в металевих системах. Структурні зміни в металах.

Формування структури у твердому стані. Будова твердих фаз. Тверді розчини заміщення, втілення і вилучення. Фактори, які впливають на розчинність у

твердому стані. Основні групи проміжних фаз: електронні сполуки (фази Юм-Розері), фази втілення (карбіди, нітриди), сигма-фази, Лавеса, фази нікель-арсенідного типу. Упорядковані тверді розчини.

Роль дефектів при структуроутворенні. Самодифузія і гетеродифузія. Основні механізми дифузії. Блочна структура зерна. Будова меж зерен і блоків. Ріст зерна при нагріванні. Поліморфні перетворення.

Змістовий модуль 2. Залізо та сплави на його основі. Леговані сталі.

Тема 5. Залізо та його сплави.

Компоненти в системі залізо-вуглець. Технічне чисте залізо (його поліморфізм, властивості та значення для промисловості). Вуглець, його поліморфні модифікації, їх властивості. Будова та властивості цементиту. Характеристика фаз та структурних складових, їх властивості. Значення діаграми фазової рівноваги залізо-вуглець.

Діаграма фазової метастабільної рівноваги «залізо-цементит». Ліквідус, солідус. Нонваріантні рівноваги. Інтервали поліморфних перетворень. Критичні точки ($A_1, A_2, A_3, A_4, A_{cm}$).

Кристалізація сплавів залізо-цементит. Фазові та структурні зміни в сплавах при охолодженні та нагріванні. Застосування правила фаз і відрізків. Структурні класи в рівноважному стані.

Вплив постійних домішок на властивості сталей. Вплив вуглецю на властивості сталей. Класифікація вуглецевих сталей за якістю. Маркування вуглецевих сталей. Класифікація вуглецевих сталей за призначенням.

Тема 6. Особливості структури литої та деформованої сталі.

Вплив хімічної неоднорідності на макро- і мікроструктуру литої сталі та гарячедеформованої сталі. Особливості мікроструктури сталей. Відманштеттова структура доевтектоїдних та заевтектоїдних сталей, феритна смугастість, рядкові структури, аномальні структури (структура зернистого перліту, відокремлений евтектоїд). Зневуглецювання.

Тема 7. Високовуглецеві сплави, чавуни.

Загальна характеристика. Формування структури під час твердіння високовуглецевих сплавів. Білі чавуни (структура, властивості). Процес графітизації. Стабільна діаграма стану залізо-вуглець.

Сірі чавуни. Умови утворення графіту. Діаграма залізо-вуглець-кремній. Структурні діаграми. Маркування сірих чавунів. Властивості, призначення, домішки в чавунах. Модифікування. Вибіл чавуну.

Високоміцні чавуни. Маркування. Структура, властивості. Чавун із вермікулярним графітом. Ковкі чавуни. Відпалення відливок із білого чавуну. Структура, властивості, призначення. Маркування. Порівняння властивостей чавунів. Спеціальні чавуни (зносостійкі, жаростійкі, корозійностійкі).

Тема 8. Леговані сталі.

Вплив легувальних елементів на структуру і деякі властивості сталей. Характеристика фаз в легованих сталях (тверді розчини, карбідні і інтерметалідні фази). Елементи карбідо- та некарбідоутворювачі. Вплив легувальних елементів на критичні точки в сталях.

Вплив легувальних елементів на поліморфізм заліза (ферито- та аустенітостабілізатори). Вплив двох легувальних елементів на поліморфізм заліза, коли обидва легувальні елементи або α - або γ -стабілізатори. Сумісна дія елементів, різних за впливом на поліморфізм. Знайомство з діаграмою залізо-вуглець-хром. Знайомство з реальними діаграмами залізо-легувальний елемент (хром, нікель, марганець, вольфрам, молібден).

Вплив легувальних елементів на властивості фериту. Маркування легованих сталей. Вплив легувальних елементів на концентраційні точки. Класифікація легованих сталей за вмістом вуглецю та якістю. Структурні класи легованих сталей в рівноважному стані.

Класифікація легованих сталей за призначенням.

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.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
МОДУЛЬ 1												
Змістовий модуль 1 Закономірності формування структури металевих матеріалів.												
Тема 1. Вступ. Будова металів та сплавів. Металографічні методи дослідження.	20	2	-	8	8	2	14	0,5	-	1	-	12,5
Тема 2. Кристалізація металів.	16	4	-	2	-	10	20	0,5	-	0,5	-	19
Тема 3. Деформація та рекристалізація.	32	4	-	4	-	24	32	1	-	1	-	30
Тема 4. Теорія будови сплавів. Фази в металевих системах. Структурні зміни в металах.	6	2	-	-	-	4	8	0,5	-	-	-	7,5
Разом за змістовим модулем 1	74	12		14	8	40	74	2,5	-	2,5	-	69
МОДУЛЬ 2												
Змістовий модуль 2 Залізо та сплави на його основі. Леговані сталі.												
Тема 5. Залізо та його сплави.	29	6	-	6	2	15	28	1,5	-	1,5	-	25
Тема 6. Особливості структури литої та деформованої сталі.	6	2	-	2	-	2	5	0,5	-	0,5	-	4
Тема 7. Високовуглецеві сплави, чавуни.	16	4	-	4	-	8	18	0,5	-	0,5	-	17
Тема 8. Леговані сталі.	25	6	-	4	-	15	25	1	-	1	-	23
Разом за змістовим модулем 2	76	18	-	16	2	40	76	3,5	-	3	-	69
Усього годин	150	30	-	30	10	80	150	6	-	6	-	138

8. Види навчальних занять та їх орієнтовний зміст

№ з/п	Тема	Вид занять	Орієнтовний зміст
1	Виготовлення металографічних шліфів.	<i>лабора-торна</i>	Виготовлення металографічних шліфів та засвоєння послідовності цих операцій. (2 год.)
2	Макроскопічний метод дослідження металів та сплавів.	<i>лабора-торна</i>	Дослідження та аналіз набору зразків для проведення макроаналізу. (2 год.)
3	Мікроскопічний метод дослідження металів та сплавів.	<i>лабора-торна</i>	Дослідження та аналіз набору зразків для проведення мікроаналізу. Ознайомлення з принципом роботи металографічного мікроскопу. (2 год.)
4	Кількісний металографічний аналіз металів та сплавів.	<i>лабора-торна</i>	Визначення величини зерна, глибини знеуглецювання, дифузійного шару після хіміко-термічної обробки; проведення підрахунку об'ємної кількості структурних складових лінійним та точковим методом. (2 год.)
5	Вивчення процесу первинної кристалізації.	<i>лабора-торна</i>	Дослідження кристалізації водних розчинів хлористого амонію, алюмінієвого галуну та солі NaCl за допомогою біологічних мікроскопів. (2 год.)
6	Вплив холодної пластичної деформації та рекристалізації на структуру та властивості сталі.	<i>лабора-торна</i>	Досліджують та схематично замальовують структуру холоднокатаних та відпалених зразків сталей, вимірюють їх твердість. (4 год.)
7	Залізовуглецеві сплави. Мікроскопічне дослідження відпалених вуглецевих сталей.	<i>лабора-торна</i>	Досліджують та схематично замальовують структуру зразків вуглецевих сталей, вимірюють їх твердість. Для заданих марок сталей вказують хімічний склад, структуру, механічні властивості. (4 год.)
8	Вивчення особливостей мікроструктур сталей.	<i>лабора-торна</i>	Досліджують та схематично замальовують структуру зразків вуглецевих сталей, що

			відрізняються рівноважних. (2 год.)
9	Вивчення структури та властивостей чавунів.	<i>лабора-торна</i>	Досліджують та схематично замальовують структуру зразків чавунів. Для заданих марок чавунів вказують хімічний склад, структуру, механічні властивості. (4 год.)
10	Вивчення структури, властивостей та призначення легованих сталей.	<i>лабора-торна</i>	Для заданих марок сталей вказують хімічний склад, визначають вміст вуглецю в т. S та E; структурні класи в рівноважному стані, призначення. (4 год.)
11	Самостійна робота з діаграми стану «залізо-цементит»	<i>індиві-дуальне</i>	Завдання на тему «Залізо та сплави на його основі» (2 год.)
12	Визначення відсоткового вмісту фазових складових в титановому сплаві з двофазною структурою за допомогою програми ImageJ.	<i>індиві-дуальне</i>	Використання спеціалізованого програмного забезпечення ImageJ, що застосовується в матеріалознавстві (2 год.)
13	Визначення відсоткового вмісту γ' -фази в жароміцному нікелевому сплаві за допомогою програми ImageJ.	<i>індиві-дуальне</i>	Використання спеціалізованого програмного забезпечення ImageJ, що застосовується в матеріалознавстві (2 год.)
14	Розрахунок балу зерна в сталі феритного класу за допомогою програми ImageJ.	<i>індиві-дуальне</i>	Використання спеціалізованого програмного забезпечення ImageJ, що застосовується в матеріалознавстві (2 год.)
15	Розрахунок балу зерна в заевтектоїдній вуглецевій сталі за допомогою програми ImageJ.	<i>індиві-дуальне</i>	Використання спеціалізованого програмного забезпечення ImageJ, що застосовується в матеріалознавстві (2 год.)

9. Форми та методи контролю

Формами контролю, що використовуються при перевірці та оцінюванні одержаних результатів навчання є поточний, рубіжний (модульний) та підсумковий контролю. Методами контролю є: усний контроль (усне опитування), письмовий, тестовий, практична перевірка, а також методи самоконтролю і самооцінки. Поточний контроль знань пов'язаний з усіма видами навчальної роботи (наявність конспекту лекцій, виконання та захист лабораторних робіт, виконання індивідуальних завдань). Рубіжний

(модульний) контроль знань, вмінь та навичок є показником якості опанування дисципліни. Підсумковий контроль є формою перевірки здобувачів щодо оцінки набутих ними тих компетентностей, що передбачені освітньою програмою.

За результатами засвоєння дисципліни складається екзамен. Шляхом перевірки виконаних здобувачем завдань (робіт) та усного опитування, викладач визначає достатність рівня знань здобувача вищої освіти за кожною темою. Результати навчання здобувача оцінюються за такою шкалою: «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно з можливістю повторного складання», «незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни».

10.Критерії оцінювання результатів навчання

Екзамен								Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Поточне тестування та самостійна робота									
МОДУЛЬ 1				МОДУЛЬ 2					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
20	12	13	5	16	7	11	16	100	100

T1, T2, ..., T8 – теми змістових модулів. (3 бали – конспект однієї лекції; 3 – максимальний бал за одну захищену лабораторну роботу; 5 балів – виконання індивідуального завдання; 10 балів – максимальний бал за кожний рубіжний (модульний) контроль).

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

1. Методичні вказівки до лабораторних та контрольних робіт з дисципліни «Металознавство» для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» денної та заочної форм навчання (І частина) / Укл.: Л.П. Степанова, Ю.І. Кононенко. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2023. – 70 с.

2. Методичні вказівки до лабораторних та контрольних робіт з дисципліни «Металознавство» для студентів спеціальності 132

«Матеріалознавство» денної та заочної форм навчання (II частина) / Укл.: Л.П. Степанова, Ю.І. Кононенко. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2023, – 61с.

3. Матеріалознавство: методичні вказівки до самостійної роботи студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка»; 132 «Матеріалознавство»; 133 «Галузеве машинобудування»; 274 «Автомобільний транспорт» та 208 «Агроінженерія» / О.С. Дробот, П.В. Каплун. – Хмельницький: ХНУ, 2020. – 108 с.

4. Застосування спеціалізованого програмного забезпечення в матеріалознавстві та термічній обробці металів та сплавів: методичний посібник / Подольський Р. В., Бабаченко О.І., Кононенко Г.А. та ін. – Дніпро: Україн. держ. ун-т науки і технол., 2022.- 66 с.

13.Перелік навчальної, наукової та довідкової літератури

1. Бялік О.М. Металознавство: підручник / О.М. Бялік, В.С. Черненко, В.М. Писаренко, Ю.Н. Москаленко. – К: ІВЦ «Політехніка», 2001. – 375 с.

2. Афтандіянц Є.Г. Матеріалознавство: підручник / Є.Г. Афтандіянц, О.В. Зазимко, К.Г. Лопатько. – Київ: Вища освіта, 2012. – 548 с.

3. Матеріалознавство: підручник / [Дяченко С.С., Дощечкіна І.В., Мовлян О.А. та ін.]; під ред. С.С. Дяченко – Харків.: ХНАДУ, 2007. – 440 с.

14.Рекомендовані інформаційні джерела

1. <http://library.zp.edu.ua/>
2. <http://scholar.google.com.ua>
3. <http://uk.wikipedia.org/wiki>