

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Кораблебудівний навчально-науковий інститут
Кафедра матеріалознавства і технології металів

T71133

ЗАТВЕРДЖЕНО



Проректор з науково-
педагогічної роботи

Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Термічна обробка

рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни *обов'язкова*

мова викладання *українська*

Миколаїв – 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Термічна обробка» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 132 «Матеріалознавство» освітня програма «Композиційні та порошкові матеріали, покриття»

«17» квітня 2023 року. – 15 с.

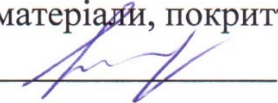
Розробник: Лебедева Н.Ю., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри матеріалознавства і технології металів 

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Термічна обробка» 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 «Термічна обробка» розглянуто на засіданні кафедри матеріалознавства і технології металів

Протокол № 9 від «17» травня 2023 р.

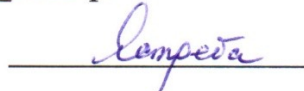
Завідувач кафедри

 О.М. Дубовий

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Термічна обробка» розглянуто Навчально-методичною комісією кораблебудівного навчально-наукового інституту

Протокол № 4 від «24» травня 2023 р.

/ Голова

 О.В. Бондаренко

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Термічна обробка» погоджено з навчальним відділом

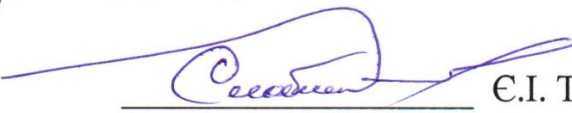
Начальник відділу

 А.В. Лабарткава

Робоча програма навчальної дисципліни «Термічна обробка» 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	7
4. Очікувані результати навчання	7
5. Програма навчальної дисципліни	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	11
7. Форми поточного та підсумкового контролю	11
8. Критерії оцінювання результатів навчання	14
9. Засоби навчання	14
10. Рекомендовані джерела інформації	15

ВСТУП

Анотація

Освітньою програмою «Композиційні та порошкові матеріали, покриття» підготовки бакалаврів передбачено набуття студентами знань про теоретичні уявлення відносно механізмів фазових перетворень, які відбуваються при нагріванні та охолодженні сталей та сплавів, принципи розробки технологічних процесів термічної обробки деталей різного призначення, обґрунтованого вибору виду термічної обробки для зміни властивостей в заданому напрямку, параметрів процесу та устаткування.

Програма навчальної дисципліни «Термічна обробка» розрахована на студентів, які вивчили вищу математику, фізику, хімію, основи технології матеріалів, основи теоретичного та прикладного матеріалознавства. Програма передбачає комплексне застосування набутих компетенцій для розв'язання прикладних задач з вибору та розробки технологічних процесів термічної обробки деталей різного призначення.

Ключові слова: термічна обробка, фазові перетворення, структура, ізотермічні діаграми, термодинамічні діаграми, параметри процесу.

Abstract

The educational program "Composite and powder materials, coatings" of bachelor's training provides students with the acquisition of knowledge about theoretical concepts related to the mechanisms of phase transformations that occur during heating and cooling of steels and alloys, the principles of developing technological processes of heat treatment of parts for various purposes, a justified choice of the type of heat treatment for changes in properties in a given direction, process parameters and equipment.

The program of the study discipline "Thermal treatment" is designed for students who have studied higher mathematics, physics, chemistry, the basics of materials technology, the basics of theoretical and applied materials science. The program provides for the comprehensive application of the acquired competences for solving applied problems in the selection and development of technological processes of heat treatment of parts for various purposes.

Key words: heat treatment, phase transformations, structure, isothermal diagrams, thermokinetic diagrams, process parameters.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 4,0	Галузь знань 13 - Механічна інженерія	Обов'язкова
Модулів – 1		Рік підготовки:
Змістових модулів – 4		3-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність 132 – Матеріалознавство Освітня програма Композиційні та порошкові матеріали, покриття	Семестр
Індивідуальне науково-дослідне завдання - нема		5-й
Загальна кількість годин – 120		Лекцій
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3; самостійної роботи студента – 5.		30 год.
		Практичні, семінарські
		-
		Лабораторні
	Освітній рівень: Перший (бакалаврський)	15 год.
		Самостійна робота
		75 год.
		Індивідуальні завдання: - год.
		Вид контролю: екзамен
		Форма контролю: комбінована

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Термічна обробка» є формування у студентів відповідно до освітньої програми таких компетентностей:

1. КС.05. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних матеріалознавчих проблем.
2. КС.09. Здатність застосовувати сучасні методи математичного та фізичного моделювання, дослідження структури, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів для вирішення матеріалознавчих проблем.
3. КС.10. Здатність застосовувати навички роботи із випробувальним устаткуванням для вирішення матеріалознавчих завдань.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: вища математика; фізика; хімія; основи технології матеріалів; основи теоретичного і прикладного матеріалознавства.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів 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.15. Використовувати у професійній діяльності експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних, електрофізичних, магнітних, оптичних і технологічних властивостей матеріалів.
3. ПР 17. Знати і використовувати методи фізичного і математичного моделювання при створенні нових та удосконаленні існуючих матеріалів, технологій їх виготовлення.
4. ПР. 18. Здійснювати технологічне забезпечення виготовлення матеріалів та виробів з них.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Загальна характеристика видів термічної обробки. Відпал першого і другого роду.

Тема 1. Визначення і класифікація видів термічної обробки. Зміна структури і властивостей сплавів при гомогенізаційному відпалі. Технологічні параметри гомогенізаційного відпалу злитків та відливок з чорних та кольорових металів. [1], с. 192 – 196; [2], с.149-151, с. 181 – 182; [3]; с. 107 – 113.

Тема 2. Зміна структури і властивостей сплавів при дорекристалізаційному і рекристалізаційному відпалах. Технологічні параметри. Відпал для зменшення залишкових напружень. [1], с. 194 – 196; [2], с. 181 – 182.

Тема 3. Загальні закономірності фазових перетворень в твердому стані. Утворення аустеніту при нагріванні. Дифузійні перетворення аустеніту при охолодженні. Особливості перетворень в порошкових сталях. [1], с. 200 – 205; [2], с. 151 – 162; [3]; с. 114 – 121.

Тема 4. Різновиди відпалу сталей. Відпал і нормалізація порошкових сталей. Різновиди відпалу чавунів. [1], с. 209 – 212; [2], с. 183 – 186; [3], с. 134 – 140, с. 158-160.

Змістовий модуль 2. Гартування з поліморфним перетворенням. Відпуск.

Тема 5. Особливості мартенситного перетворення в вуглецевих сталях. Термодинаміка, механізм та кінетика мартенситного перетворення. Мікроструктура і субструктура сплавів загартованих на мартенсит. [1], с. 205 – 208; [2], с. 162 – 167; [3], с. 122 -127.

Тема 6. Зміна властивостей сплавів при гартуванні на мартенсит. Прогартовуваність сталей. Бейнітне перетворення. Способи гартування. [1], с. 208, с.215-216; [2], с. 167 – 172, с. 186-197; [3], с. 122 -123.

Тема 7. Структурні перетворення при відпуску сталей. Зміна механічних властивостей і вибір режиму відпуску. Відпускна крихкість. [1], с. 216 – 218; [2], с. 173 – 180, с.190-193; [3], с. 127 -133, с. 153.

Змістовий модуль 3. Гартування без поліморфного перетворення. Старіння.

Тема 8. Зміна структури і властивостей при нагріванні та охолодженні сплавів без поліморфного перетворення. [1], с. 197 – 200.

Тема 9. Термодинаміка процесів виділення з твердого розчину. Структурні зміни при старінні. [5], с. 289 – 292.

Тема 10. Зміна властивостей сплавів при старінні. Вплив складу сплаву на старіння. Вибір режиму старіння. [5], с. 292 – 297.

Змістовий модуль 4. Хіміко-термічна, термомеханічна обробки. Обладнання термічних цехів.

Тема 11. Закономірності зміни складу та структури при хіміко-термічній обробці. [1], с. 234; [2], с. 204; [3], с. 166-168.

Тема 12. Цементация сталей. [1], с. 235; [2], с. 206-208; [3], с. 168-174.

Тема 13. Азотування і нітроцементация сталі. [1], с. 236; [2], с. 208-209; [3], с. 174-181.

Тема 14. Термомеханічна обробка сплавів, що старіють. Термомеханічна обробка сталей, що гартуються на мартенсит. Термомеханічна обробка порошкових сталей. [2], с. 199-201; [3], с. 155-158.

Тема 15. Джерела теплової енергії. Обладнання для нагрівання при термічній обробці. Установки для обробки холодом. Обладнання для створення контрольованих атмосфер. [1], с. 192 – 193; [4], с. 414 – 486.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		л	л.р.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1. Загальна характеристика видів термічної обробки. Відпал першого і другого роду.					
Тема 1. Визначення і класифікація видів термічної обробки. Зміна структури і властивостей сплавів при гомогенізаційному відпалі. Режими гомогенізаційного відпалу злитків та відливок з чорних та кольорових металів.	6	2	-	-	4
Тема 2. Зміна структури і властивостей сплавів при дорекристалізаційному і рекристалізаційному відпалах. Технологічні параметри. Відпал для зменшення залишкових напружень.	8	2	2	-	4
Тема 3. Загальні закономірності фазових перетворень в твердому стані. Утворення аустеніту при нагріванні. Дифузійні перетворення аустеніту при охолодженні. Особливості перетворень в порошкових сталях.	8	2	-	-	6

Тема 4. Різновиди відпалу сталей. Відпал і нормалізація порошкових сталей. Різновиди відпалу чавунів.	8	2	2	-	4
Разом за змістовим модулем 1	30	8	4	-	18
Змістовий модуль 2. Гартування з поліморфним перетворенням. Відпуск.					
Тема 5. Особливості мартенситного перетворення в вуглецевих сталях. Термодинаміка, механізм та кінетика мартенситного перетворення. Мікроструктура і субструктура сплавів загартованих на мартенсит.	10	2	1	-	7
Тема 6. Зміна властивостей сплавів при гартуванні на мартенсит. Прогартовуваність сталей. Бейнітне перетворення. Способи гартування.	10	2	3	-	5
Тема 7. Структурні перетворення при відпуску сталей. Зміна механічних властивостей і вибір режиму відпуску. Відпускна крихкість.	10	2	1		7
Разом за змістовим модулем 2	30	6	5	-	19
Змістовий модуль 3. Гартування без поліморфного перетворення. Старіння.					
Тема 8. Зміна структури і властивостей при нагріванні та охолодженні сплавів без поліморфного перетворення.	10	2	1	-	7
Тема 9. Термодинаміка процесів виділення з твердого розчину. Структурні зміни при старінні.	10	2	-	-	8
Тема 10. Зміна властивостей сплавів при старінні. Вплив складу сплаву на старіння. Вибір режиму старіння.	10	2	1	-	7
Разом за змістовим модулем 3	30	6	2	-	22
Змістовий модуль 4. Хіміко-термічна, термомеханічна обробки. Обладнання термічних цехів.					
Тема 11. Закономірності зміни складу та структури при хіміко-термічній обробці.	6	2	-	-	4
Тема 12. Цементация сталей.	6	2	-	-	4
Тема 13. Азотування і нітроцементация	6	2	-	-	4

сталі.					
Тема 14. Термомеханічна обробка сплавів, що старіють. Термомеханічна обробка сталей, що гартуються на мартенсит. Термомеханічна обробка порошкових сталей.	6	2	-	-	4
Тема 15. Джерела теплової енергії. Обладнання для нагрівання при термічній обробці. Установки для обробки холодом. Обладнання для створення контрольованих атмосфер.	6	2	-	-	4
Разом за змістовим модулем 4	30	10	-	-	20
Всього годин	120	30	15	-	75

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вплив рекристалізаційного відпалу на структуру і властивості алюмінію.	2
2	Вплив нормалізації на структуру і властивості вуглецевих сталей	2
3	Вплив температури нагрівання для гартування на мікроструктуру та твердість конструкційної вуглецевої сталі.	2
4	Вплив швидкості охолодження при гартуванні на мікроструктуру і твердість вуглецевих сталей	2
5	Визначення прогартуваності сталі методом торцевого гартування.	2
6	Вплив температури відпуску на мікроструктуру і твердість загартованої вуглецевої сталі.	1
7	Вплив термічної обробки на структуру і властивості дюралюмінію.	2
8	Вплив хіміко-термічної обробки на мікроструктуру і твердість поверхневого шару.	2
	Разом	15

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Норматив	Денна форма
1	Підготовка до лекційних занять	1 год. на 1 лек.	15
2	Підготовка до лабораторних робіт	підготовка до лабораторних робіт – до 2 год. на 1 роб.	15
3	Підготовка до поточного модульного контролю	підготовка до контрольних заходів – 15 год. на 1 захід	30
4	Підготовка до екзамену		15
	Разом		75

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;

- пояснення - словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення;

- 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;

- інструктаж - ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки, показ операцій та організацію робочого місця;

практична робота - метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки наукових висновків;

Методи контролю і самоконтролю:

- фронтальне опитування;

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- комплексний іспит;
- стандартизовані тести.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчальної дисципліни включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту.

Питома вага заключного іспиту в загальній системі оцінок - **40 балів**. Право здавати заключний іспит дається студенту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного іспиту набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту.

Поточний контроль проводиться на кожному лабораторному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань лабораторних робіт.

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 студентів та їх оцінювання

Лабораторна робота

Бал	Критерії оцінювання
3	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
2	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; проводить обробку отриманих результатів; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
1	Робота виконана з порушенням терміну. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася

Поточний модульний контроль у формі тестування

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	8 роб. × 3 балів = 24 балів
Поточний модульний контроль	4 МКР × 9 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	Студент вільно володіє матеріалом, знає основні види термічної обробки металів та сплавів, вміє обґрунтувати призначення виду термічної обробки для заданої деталі, вміє проаналізувати фазові перетворення при нагріванні та охолодженні за діаграмами стану, ізотермічними і термокінетичними діаграмами, знає вплив параметрів режиму термічної обробки на структуру та властивості матеріалу, може вибрати основне і допоміжне обладнання для заданої технології термічної обробки.
8	Студент знає основні види термічної обробки металів та сплавів, вміє призначити вид термічної обробки для заданої деталі, знає основні фазові перетворення при нагріванні та охолодженні, знає вплив параметрів режиму термічної обробки на структуру та властивості матеріалу, може вибрати основне і допоміжне обладнання для заданої технології термічної обробки.
6	Студент знає основні види термічної обробки металів та сплавів, їх призначення, має основні уявлення про вплив параметрів режиму термічної обробки на структуру та властивості матеріалу, може вибрати обладнання для заданої технології термічної обробки.
4	Студент знає основні види термічної обробки металів та сплавів, їх призначення, має основні уявлення про вплив виду термічної обробки на структуру та властивості матеріалу, може вибрати обладнання для заданої технології термічної обробки.
2	Студент знає основні види термічної обробки металів та сплавів, їх призначення, має уявлення про принцип призначення виду термічної обробки, знає основне обладнання для термічної обробки.
0	Студент не орієнтується у матеріалах питання, не може відповісти на додаткові питання за змістом навчальної дисципліни

8. Критерії оцінювання результатів навчання

№ змістового модуля і теми		Денна форма	
		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	T2	Лабораторна робота № 1	3
	T4	Лабораторна робота № 2	3
ПМК		Тест № 1	9
ЗМ 2	T5	Лабораторна робота № 3	3
	T6	Лабораторна робота № 4	3
		Лабораторна робота № 5	3
	T7	Лабораторна робота № 6	3
ПМК		Тест № 2	9
ЗМ 3	T8	Лабораторна робота № 7	3
	T9		
	T10		
ПМК		Тест № 3	9
ЗМ 4	T11	Лабораторна робота № 8	3
	T12		
	T13		
	T14		
	T15		
ПМК		Тест № 4	9
Підсумковий контроль		Екзамен, в т.ч.	40
		Тестування	10
		Усна відповідь	30
Сума			100

9. Засоби навчання

Для засвоєння дисципліни застосовуються:

- конспект лекцій (електронний ресурс);
- методичні вказівки до виконання лабораторних робіт (електронний ресурс);
- нормативна документація, що регламентує методи термічної обробки (ДСТУ, технічні умови тощо);

- електронний каталог мікрофотографій термічно оброблених сталей та кольорових металів і сплавів;
- ілюстративні матеріали (зокрема альбом структур та мікрофотографій);
- лабораторні зразки: сталей, кольорових металів та сплавів;
- лабораторне обладнання для проведення термічної обробки та дослідження властивостей і структури;
- демонстраційні стенди, плакати, відеофільми.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Інженерне матеріалознавство: Підручник / О.М. Дубовий, Ю.О. Казимиренко, Н.Ю. Лебедева, С.М. Самохін. – Миколаїв: НУК, 2009. – 444 с.
2. Кузін О.А., Яцюк Р.А. Металознавство та термічна обробка металів. Підручник, - Львів: Афіша, 2002. – 304 с.
3. Зазимко О.В., Лопатько К.Г., Афтандіянц Є.Г. М341. Матеріалознавство. Підручник. / О.В. Зазимко, К.Г. Лопатько, Є.Г. Афтандіянц / Херсон.: ОЛДІ-ПЛЮС, 2013. – 612 с.
4. Мохорт А.В., Чумак М.Г. Термічна обробка металів: Навч. посібник. – К.: Либідь, 2002. – 512 с.
5. Котречко О.О., Зазимко О.В., Лопатько К.Г., Афтандіянц Є.Г., Гнилокурченко С.В. М341. Практикум з матеріалознавства: Навчальний посібник. /О.О. Котречко, О.В. Зазимко, К.Г. Лопатько, Є.Г. Афтандіянц, С.В. Гнилокурченко / Херсон.: ОЛДІ-ПЛЮС, 2013. - 500 с.
6. Лебедева Н.Ю. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Термічна обробка». – Миколаїв: НУК, 2007. – 32 с.
7. Збірник лабораторних робіт з дисципліни «Матеріалознавство» Дубовий О.М., Лебедева Н.Ю., Торубарова С.М., Миколаїв: НУК, 2011, 96 с.

Допоміжна література

1. Металознавство: Підручник / О.М. Бялік, В.С. Черненко, В.М. Писаренко, Ю.Н. Москаленко. – К.: ІВЦ “Політехніка”, 2001. – 375 с.

Інформаційні ресурси в інтернет

[http:// nuos. edu. ua](http://nuos.edu.ua)