

Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



«Теорія і технологія термічної обробки»



Шифр та назва спеціальності
G-8 Матеріалознавство

Інститут
ННІ механічної інженерії і транспорту

Освітня програма
Прикладне матеріалознавство та
новітні технології

Кафедра
Зварювання (145)

Рівень
освіти
Перший
(бакалаврськ
ий)

Тип дисципліни
Обов'язкова

Семест
р 3

Мова
викладання
Українська

Викладач, розробник



Дмитрик Віталій Володимирович DmitrikVitali@gmail.com Доктор технічних наук, професор, професор кафедри «Зварювання» НТУ «ХП».

Автор та співавтор понад 280 наукових і методичних праць, а також 27 патентів та заявок на винаходи.

Детальніше про викладача на сайті кафедри
<https://www.kpi.kharkov.ua/ukr/osvita/kafedri/>

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна забезпечує набуття теоретичних знань і практичних вмінь використання термічної обробки металевих матеріалів для отримання їх якісної вихідної структури.

Мета та цілі дисципліни

- Надати теоретичні знання відповідно впливу тепла при термічній обробці металевих матеріалів на їх структурно-фазові перетворення;
- надати знання стосовно отримання в металевих матеріалах під дією термічної обробки оптимальної вихідної структури, а також необхідних властивостей;
- набуття знань стосовно розробки ефективної технології термічної обробки.

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – **екзамен**.

Компетентності

- **СК 01** Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, фізичні і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних матеріалознавчих завдань.
- **СК 02** Здатність забезпечувати якість матеріалів та виробів.

Результати навчання

- **РН 02** Знати та вміти використовувати знання фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації матеріалознавства, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.
- **РН 08** Уміти застосовувати свої знання для вирішення проблем в новому або незнайомому середовищі.
- **РН 27** Знання основних груп матеріалів та здатність обґрунтовано здійснювати їх вибір для конкретного використання.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни **68 год. / 2 кредити ECTS:**

- Лекції – **32 год.**
- Лабораторні роботи – **32 год.**
- Індивідуальна робота – **2 год.**

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Дисципліна базується на навчальних дисциплінах: Фізика, Хімія, Фазові співвідношення в металевих матеріалах, Структурні аспекти в металевих сплавах, Теорія конденсованого стану, Основи фізичної хімії.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. Застосовуються активні форми проведення занять: лекція, лекція-діалог, лекційне опитування, практичні заняття, співбесіда, консультація. На заняттях використовується компетентнісний підхід до навчання.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальні заняття. Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Фазові перетворення в металах при термічній обробці.	
• Дифузійні і бездифузійні процеси.	2
• Механізми дифузійного і бездифузійного перетворення.	
• Коефіцієнти дифузії і самодифузії заліза, легуючих елементів і вуглецю.	
Тема 2. Дифузія в металевих тілах.	
• Дифузійний потік. Закони Фіка.	2
• Вплив зовнішніх рухомих сил.	
• Вирішення 2-20 рівняння дифузії.	
Тема 3. Утворення аустеніту при нагріванні сталі.	
• Механізм утворення аустеніту.	2
• Вплив легуючих елементів.	
• Вплив швидкості нагрівання.	
• Вплив нагрівання на величину аустенітного зерна.	
Тема 3 (повтор). Перлітне перетворення при переохолодженні аустеніту.	3

- Структури металу, отримані в перлітному інтервалі перетворень.
- Механізми перлітного перетворення.
- Вплив легуючих елементів на механізм перлітного перетворення.
- Перлітне перетворення у легованих сталях.

Тема 4. Мартенситне перетворення переохолодженого аустеніту.

- Кристалічна будова мартенситу.
- Механізми мартенситного перетворення. 2
- Кристалічні структури різних видів мартенситу в сталях.
- Класифікація мартенситних перетворень.

Тема 5. Бейнітне перетворення при термомеханічній обробці.

- Кінетичні особливості бейнітного перетворення. 2
- Механізм бейнітного перетворення.
- Сталі бейнітного класу.

Тема 6. Відпуск сталей.

- Перше, друге і третє перетворення при відпуску.
- Зміна стану феритної фази.
- Утворення карбідів.
- Формування карбідів і перетворення в карбідних фазах. 6
- Коагуляція карбідів.
- Відпуск мартенситних структур.
- Крихкість сталей при їх відпуску.

Тема 7. Перетворення при відпалі.

- Повернення і рекристалізація.
- Рекристалізаційний відпал. 2
- Гомогенізаційний відпал.
- Відпал сталі.
- Відпал сплавів кольорових металів.

Тема 8. Фазові перетворення в металевих матеріалах.

- Кристалічне орієнтування при фазових перетвореннях. 2
- Спрямоване зростання нової фази.
- Принцип дії орієнтаційного і розмірного стану.

Тема 9. Особливості фазових перетворень в твердих металах і сплавах.

- Утворення захисної оксидної плівки на поверхні металів. 2
- Утворення метастабільних фаз.
- Загальні принципи фазових перетворень у сталях і сплавах кольорових металів.

Тема 10. Оптимізація процесів термічної обробки.

- Вплив легування на механічні властивості сталі при різних напружених станах.
- Конструкційна міцність термічно обробленої сталі. 4
- Сучасні уявлення стосовно причин руйнування конструкцій.
- Енергетичні особливості при проблемах руйнування.

Тема 11. Термодинамічні особливості дослідження процесу руйнування.

- Визначення енергії активації за характеристиками пластичності. 4
- Енергія активації при ударному згинанні.
- Енергія активації і напружений стан конструкцій.

Тема 12. Термічний цикл нагрівання і охолодження при термічній обробці.

- Нагрівання і витримка при термічній обробці. 2
- Особливості охолодження зварних з'єднань, які підлягають відпуску.
- Процес охолодження і охолоджувальні середовища.

ЗАГАЛЬНА КІЛЬКІСТЬ ГОДИН 32

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

Теми лабораторних робіт

Теми лабораторних робіт	Кількість годин	Вагові коефіцієнти $\backslash(a\backslash)$
Тема 1. Вивчення впливу термічної обробки на структуру та властивості зварних з'єднань із легованих сталей.	4	2
Тема 2. Дослідження відманштетового фериту, як дефектної структури зварних з'єднань.	4	2
Тема 3. Вивчення мікроструктури та визначення мікротвердості зварних з'єднань із теплостійкої перлітної сталі.	4	2
Тема 4. Дослідження мікроструктури та визначення твердості сталі 45 після загартовування струмом високої частоти.	4	2
Тема 5. Загартовування і відпуск сталей.	4	2
Тема 6. Дослідження впливу відпалу, нормалізації та загартовування на структуру та твердість сталі.	4	2
Тема 7. Дослідження впливу вуглецю та легуючих елементів на структуру і властивості термооброблених сталей.	4	2
Тема 8. Дослідження схильності та збільшення зерна аустеніту при нагріванні легованих сталей.	4	2
Загальна кількість годин	32	$\sum_{i=1}^n a_i = 8$

Практичні роботи

Практичні роботи не передбачені

ТЕМИ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

Тема 1. Модульна контрольна робота №1

- Суть загартовування, мета проведення загартовування.
- Структурні перетворення, що відбуваються у низьколегованих сталях при їх загартовуванні.
- Оптимальна температура для загартовування низько- і середньолегованих сталей.
- В чому полягає відмінність структур перліту, сорбіту та троститу?
- Особливість бейнітного перетворення.
- Поясніть сутність мартенситного перетворення.

Тема 2. Модульна контрольна робота №2

- Що являє собою операція покращення?
- В чому полягає сутність відпуску?
- В чому полягає сутність відпалу першого роду?
- В чому полягає сутність відпалу другого роду?
- Як впливають легуючі елементи на фазові перетворення при загартовуванні сталей?
- Що являє собою відпускна крихкість першого та другого родів?
- Чим зумовлена відмінність між пластинчастим та зернистим перлітом, сорбітом і троститом?

Загалом: $\sum_{i=1}^m b_i=2$

САМОСТІЙНА РОБОТА

Курс передбачає виконання індивідуального завдання (розрахункового завдання): «Розробка технологічної карти термічної обробки деталі». Результат оформлюється у письмовому вигляді. Студентам також рекомендуються додаткові матеріали для самостійного вивчення та аналізу.

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення

Теми та питання для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Перетворення перліту в аустеніт 1. При нагріванні вище якої температури в сталях перліт перетворюється в аустеніт?	4
Тема 2. Що являє собою перліт і аустеніт 1. Які процеси відбуваються в сталях при перетворенні перліту в аустеніт?	8
Тема 3. Початкове і дійсне зерно аустеніту 1. Які фактори впливають на величину зерен аустеніту? 2. Чому необхідно попередити зростання аустенітних зерен?	8
Тема 4. Схильність до зростання зерна аустеніту при нагріванні 1. На які два види розділяють сталі в залежності від схильності до зростання зерна аустеніту при нагріванні?	4
Тема 5. В чому складається схильність аустенітного зерна при нагріванні? 1. Що являє собою перегрів і перепад? 2. Як впливає перегрів і перепад на структуру і властивості сталей?	4
Тема 6. В чому полягає відмінність структур перліту, сорбіту і троститу? 1. Умови формування перліту, сорбіту і троститу. 2. Властивості перліту, сорбіту і троститу.	4
Тема 7. Особливості бейнітного перетворення 1. Структура бейніту. 2. Властивості бейніту.	8
Тема 8. Особливості мартенситного перетворення 1. Структура мартенситу. 2. Властивості мартенситу.	4
Тема 9. Особливості перлітного перетворення 1. Структура і властивості перліту. 2. Структура і властивості сорбіту і троститу.	4
Тема 10. Загартування сталей з допомогою струмів високої частоти (СВЧ) 1. Як впливає нагрів при використанні СВЧ на структуру загартованих сталей? 2. Які структурні перетворення відбуваються в сталі 45 при її загартуванні з допомогою СВЧ?	4
Тема 11. Критичні точки при термічній обробці сталей 1. Що являють собою критичні точки? 2. Вплив температури на положення критичних точок.	4
Тема 12. Відпуск сталей. Особливості 1. Низький відпуск. 2. Середній відпуск. 3. Високий відпуск.	10
Тема 13. Класифікація дифузійних шарів та оцінка ефективності їх використання. 1. Залишкові напруження у дифузійних шарах.	

Загальна кількість годин

64

Тематика індивідуальних завдань

Індивідуальне завдання (розрахункове завдання) є заключним етапом засвоєння навчальної дисципліни «Теорія та технологія термічної обробки».

Зміст індивідуального завдання (розрахункового завдання) – обґрунтувати вибір матеріалу і термічної технології обробки деталей машин і відповідно до умов їх роботи, вимогами до механічних і технологічних властивостей матеріалу.

Для виконання індивідуального завдання (розрахункового завдання) відводиться 8 годин, терміни видачі і здачі визначаються навчальними планами на семестр. Орієнтовний термін видачі - 10-й тиждень, термін здачі - 15-й тиждень.

Теми індивідуального завдання

Тема. Розробка технологічного процесу термічної обробки деталі.

Загальна кількість годин

8

Неформальна освіта

До неформальної освіти відносяться: професійні курси/тренінги, громадянська освіта, онлайн освіта, професійні стажування тощо. Зарахування результатів навчання, набутих у неформальній освіті розповсюджується як на нормативні, так і на вибіркові навчальні дисципліни/освітні компоненти. Рекомендовані в силабусі елементи неформальної освіти можуть бути зараховані за спрощеною процедурою без додаткової валідації результатів (створення предметної комісії).

Надати перелік рекомендованих професійних курсів/тренінгів, стажувань тощо (за наявності).

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Должанський А. М., Максакова О. С., Черноіваненко К. О. та ін. Технічне регулювання та контроль на підприємстві : підручник ; за ред. А. М. Должанського. – Дніпро : Свідлер А.Л., 2023. Т. 2 : Технології та дефекти продукції металургії. – 632 с. <https://crust.ust.edu.ua/bitstreams/d0c75f11-88e5-433e-bf1c-1541e384b5a7/download>
2. Погребна Н. Е., Куцова В. З., Котова Т. В. Способи зміцнення металів. Навч. посіб. – Дніпро : НМетАУ, 2021. – 89 с. http://nmetau.edu.ua/file/sposobi_zmitsnennya_metaliv.pdf
3. Гожій С. П. Основи фізико-технічних та хіміко-термічних процесів для підвищення ресурсу виробів машинобудування. Навч. посіб. з вибіркової компоненти «Основи фізико-технічних та хіміко-термічних процесів для підвищення ресурсу виробів машинобудування» для студентів галузі знань 13 Механічна інженерія, спеціальностей 131 Прикладна механіка усіх форм навчання. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 104 с. <https://ela.kpi.ua/bitstreams/24f7ac44-4cd2-4c07-b567-95c119263dd5/download>
4. Вакуленко І. О. 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. – Кам'янське : ДДТУ, 2024. – 121 с. <https://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/5/28/5-28-kl54.pdf>
5. Бодрова Л. Г., Крамар Г. М., Ковальчук Я. О. та ін. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство, розділ Матеріалознавство : Навч. посіб. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. – 157 с. <https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/41575/1/ba.pdf>
6. Кондрашев П. В. Технологія конструкційних матеріалів. Конспект лекцій : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інжиніринг пакувань та пакувального обладнання» спеціальності 131 Прикладна механіка / КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 174 с. <https://ela.kpi.ua/bitstreams/99170f52-83ca-4248-b475-a34415eee306/download>
7. Дробот О. С. Теорія і технологія термічної обробки : методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 132

- «Матеріалознавство». – Хмельницький : ХНУ, 2022. – 35 с. https://tam.khmnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/37/teoriya_to_drobot_22.pdf
8. Сидоренко С. І., Волошко С. М. Термодинаміка та кінетика дифузії. Практикум: навч. посіб. для студ. спеціальності 132 «Матеріалознавство», освітньої програми «Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 110 с. <https://ela.kpi.ua/bitstreams/316720dc-dcd3-4fed-90b2-165b2b0e3691/download>
9. Гапонова О. П., Говорун Т. П. Інженерне матеріалознавство : навч. посіб. – Суми : Сумський державний університет, 2024. – 403 с. https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/98383/3/Haponova_materialoznavstvo.pdf
10. González J. I. V., Fernández-González D., González L. F. V. Physical metallurgy and heat treatment of steel. – Springer, 2023. – 343 p.
11. Mittemeijer Eric J., Somers Marcel A.J. Thermochemical Surface Engineering of Steels. – Woodhead Publishing, 2015. – 827 p.
12. Кодекс етики академічних взаємовідносин та доброчесності Національного Технічного Університету «Харківський Політехнічний Інститут» СУЯ ХПІ-ВЗЯОД-МР/10.1:2023. <https://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/wp-content/uploads/sites/43/2024/04/Kodeks-etyky-akademichnyh-vzayemovidnosyn-ta-dobrochesnosti-Natsionalnogo-tehnichnogo-universytetu-Harkivskiy-politehnichnyi-institut.pdf>
13. Система стандартів з організації навчального процесу. ТЕКСТОВІ ДОКУМЕНТИ У СФЕРІ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ. Загальні вимоги до виконання. СТЗВО-ХПІ-3.01-2025. <https://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/metodotdel/wp-content/uploads/sites/28/2025/06/STZVO-HPI-3.01-2025-2.pdf>

Додаткова література

1. Подольський Р. В., Бабаченко О. І., Кононенко Г. А. та ін. Застосування спеціалізованого програмного забезпечення в матеріалознавстві та термічній обробці металів та сплавів : метод. посіб. ; Україн. держ. ун-т науки і технол. – Дніпро : 2022. – 66 с. https://nmetau.edu.ua/file/metodichniy_posibnik_podolskiy_ta_in.pdf
2. Ковальчук Я. О. Методичний посібник для виконання лабораторних робіт з курсу «Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство» Розділ «Технологія конструкційних матеріалів» для здобувачів бакалаврського ступеня вищої освіти за спеціальностями 131 «Прикладна механіка» (групи МП) 133 «Галузеве машинобудування» (групи ММ) 274 «Автомобільний транспорт» (групи МА) 208 «Агроінженерія» (групи МГ). – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2024. – 108 с. https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/44831/1/Lab_rob_TKM_2024.pdf
3. Дегула А.І., Харченко Н.А. Сучасні тенденції в матеріалознавстві : конспект лекцій. – Суми : Сумський державний університет, 2024.– 137 с. <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/98331/1/Dehula.pdf>

Інформаційні ресурси

1. <https://studfiles.net/>

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо у відповідності 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 заняття), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3
0,2	0,4	0,4

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

Дугове зварювання



Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = P \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3$$

де: P – середньозважена середня оцінка за поточний контроль
 I – оцінка за виконання індивідуального завдання
 K – середньозважена оцінка за контрольні роботи

$$P = \frac{P_1 \cdot a_1 + P_2 \cdot a_2 + \dots + P_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за кожне практичне (семінарське) або лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1 + K_2 \cdot b_2 + \dots + K_m \cdot b_m}{\sum_{i=1}^m b_i}$$

де: b_i - ваговий коефіцієнт за кожну контрольну роботу.

Шкала оцінювання

Поточні оцінки за кожну складову ($P, K, I, \dots$) 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.

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 25.08.2026

25.08.2026

Завідувач кафедри
Віталій ДМИТРИК

Гарант ОП
Ганна КНЯЗЕВА