



Факультет Інженерно-технічний
Кафедра фізичного матеріалознавства

СИЛАБУС

обов'язкової навчальної дисципліни

«Теорія термічної обробки сталей».

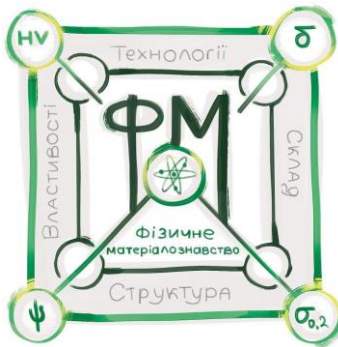
Обсяг: 6 кредитів/180 годин (лекції - 44 години, лабораторні роботи – 30 годин, самостійна робота - 106 години). Вид контролю - екзамен.

Освітня програма: Прикладне матеріалознавство.

Ступінь вищої освіти: перший рівень.

Спеціальність: 132 Матеріалознавство.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА



Грабовський Володимир Якович, доцент, канд. техн. наук

Контактна інформація:

- номер телефону 095 733 5536;

- e-mail vladimirgr45@ukr.net;

- навчальний корпус 1, номер аудиторії 158

Час і місце проведення консультацій:

відповідно додатковій інформації

ОПИС КУРСУ

Курс присвячений розгляду видів термічної обробки та їх впливу на формування структури та властивостей сталей та сплавів. Послідовно описані процеси та режими, що відповідають відпалам першого та другого роду, гартуванню сталей та сплавів з поліморфними перетвореннями та без них, відпусканню сталей та старінню сплавів із дисперсійним твердінням, хіміко-термічній та термомеханічній обробок. Головна увага приділена структурним перетворенням, що відбуваються при кожному виді термічної обробки та ролі таких перетворень в формуванні властивостей. Для пояснення вказаного залучені термодинамічні основи. Пояснена сутність та використання при виборі термічної обробки, що забезпечує певну структуру та властивості, для сталей - діаграм розпаду переохолодженого аустеніту, для сплавів з дисперсійним твердінням – дані розпаду пересиченого твердого розчину. Передбачено використання отриманих знань, як базових, при подальшому вивченні дисципліни «Технологія термічної обробки».



МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Мета курсу

Опанування теоретичних основ різних видів термічної обробки сталей та сплавів для подальшого їх практичного використання та розуміння відповідних технологічних процесів.

Компетентності та результати навчання, формування яких забезпечує вивчення дисципліни.

Основні (загальні) компетентності:

1. КЗ 01 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
2. КЗ 02 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
3. КЗ 03 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
4. КЗ 05 Здатність приймати обґрунтовані рішення.
5. КЗ 06 Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.
6. КЗ 07 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
7. КЗ 08 Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
8. КЗ 12 Прагнення до збереження навколишнього середовища.

Спеціальні (фахові) компетентності:

1. КС 15 Здатність застосовувати знання технічних характеристик, умов роботи, для вибору контрольно-вимірювальних приладів.
2. КС 17 Здатність обирати методики покращення комплексу технологічних і службових властивостей.
3. КС 18 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.

Результати навчання, формування яких забезпечує вивчення дисципліни

1. РН 1 Володіти логікою та методологією наукового пізнання.
2. РН 2 Знати та вміти використовувати знання фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації матеріалознавства, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.
3. РН 10 Уміти поєднувати теорію і практику для розв'язання завдань матеріалознавства.
4. РН 13 Розуміти будову металевих, неметалевих, композиційних та функціональних матеріалів і обирати оптимальні методи модифікації їх властивостей. Кваліфіковано вибирати матеріали для виробів різного



призначення.

5. **РН 17** Здійснювати технологічне забезпечення виготовлення матеріалів та виробів із них.
6. **РН 19** Обирати і застосовувати придатні типові методи досліджень (аналітичні, розрахункові, моделювання, експериментальні); правильно інтерпретувати результати таких досліджень та робити висновки.
7. **РН 20** Знаходити потрібну інформацію у літературі, консультиватися і використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань відповідно до спеціалізації.
8. **РН 28** Здатність аналізувати та контролювати фізико-хімічні процеси у матеріалах, прогнозувати їх поведінку при міжфазній взаємодії та використовувати ці знання для оптимізації технологічних параметрів виробництва.
9. **РН 29** 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.
10. **РН 31** Володіння методами та основними принципами підвищення конструкційної міцності матеріалів і відповідно збільшення експлуатаційного ресурсу деталей машин та конструкцій.
11. **РН 33** Знати та застосовувати методи експериментальних досліджень хімічних, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів та виробів.

ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

З метою полегшення процесу та досягнення необхідного рівня засвєння матеріалу даної дисципліни, її вивченню повинно передувати ознайомлення з наступними курсами: "Фізика", "Фізика конденсованого стану матеріалів", "Кристалографія і дефекти кристалічної будови", "Фазові рівноваги", "Металознавство".

ПЕРЕЛІК ТЕМ (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Загальний тематичний план аудиторної роботи

Номер тижня	Теми лекцій, години	Теми лабораторних робіт, години
1	2	3



Змістовий модуль 1		
1	<p>Тема 1. Вступ. Основи термічної обробки; відпал першого роду Предмет, задачі та зміст дисципліни. Критичні точки сталей. Класифікація видів термічної обробки. Характеристики відпалів першого роду: гомогенізаційний відпал та відповідні структурні зміни; відпал для зменшення внутрішніх напружень, його обґрунтування. (2 години).</p>	<p>Лр. № 1. Визначення критичних точок сталі методом пробного гартування.(4 години).</p>
1,2	<p>Тема 2. Перетворення в сталях при нагріванні. Утворення аустеніту при нагріванні сталей. Зміна розміру аустенітного зерна. Структурна спадковість. Перегрів та перепал сталей. (4 години).</p>	<p>Лр. № 3. Вивчення схильності сталі до росту зерна аустеніту. (4 години).</p>
3,4	<p>Тема 3. Діаграми ізотермічного розпаду переохолодженого аустеніту; відпал другого роду. Дифузійне перетворення аустеніту при охолодженні. Побудова діаграми ізотермічного розпаду переохолодженого аустеніту. Перлітне перетворення в сталях. Відпал другого роду сталей: повний, неповний, сфероїдизуючий, ізотермічний, нормалізаційний. (6 годин).</p>	<p>Лр. № 4. Ізотермічне перетворення аустеніту в сталі. (4 години).</p>
5,6,7	<p>Тема 4. Гартування з поліморфним перетворенням. Термодинаміка мартенситних перетворень. Особливості мартенситного перетворення у вуглецевих сталях, його кристалогеометрія та зворотність. Зсувний та нормальний механізми перетворень ґраток, умови їх реалізацій. Утворення зародків мартенситу. Мікро– та субструктура сплавів, що загартовані на мартенсит. Кінетика мартенситних перетворень.</p>	<p>Лр. № 5. Гартування та загартовуваність сталі – теоретична частина. (2 години).</p>



	Термічна стабілізація аустеніту. Вплив деформації на мартенситне перетворення. Ефект пам'яті форми в сплавах. Бейнітне перетворення в сталях. (10 годин).	
Змістовий модуль 2		
8,9	Тема 1. Вибір режимів гартування; загартовуваність та прогартовуваність сталей. Критична швидкість охолодження та структура загартованої сталі в залежності від легування. Зміна властивостей сталі при гартуванні на мартенсит. Загартовуваність та режими гартування сталей. Поверхнєве гартування сталей. Прогартовуваність сталей та фактори, що її визначають. (4 години).	Лр. № 5. Гартування та загартовуваність сталі - оформлення та захист роботи. (4 години).
9	Тема 2. Відпуск сталей. Структурні зміни при відпусканні сталей (стадії відпуску). Зміни властивостей при відпусканні сталей; вплив легувальних елементів. Відпускна крихкість першого та другого роду. Види відпуску. (2 години).	Лр. № 6. Відпуск сталі. (2 години).
10,11,12	Тема 3. Гартування та старіння сплавів без поліморфних перетворень. Вплив температури гартування на структуру та властивості сплавів. Термодинаміка процесів виділення з пересиченого твердого розчину. Структурні зміни при старінні. Типи виділень, їх форма та розташування. Безперервний та перервний (комірковий розпад) пересиченого твердого розчину. Стадії розпаду при дисперсійному твердінні. Зміни властивостей при старінні. Вплив хімічного складу сплавів на	Лр. № 7. Істинне гартування і старіння ступу Д1 (4 години).



	старінні в подвійних та потрійних системах; роль домішок. Вибір режимів старіння. (8 годин).	
13,14	Тема 4. Хіміко – термічна обробка. Цементация сталей, структура до та після термічної обробки; різновиди режимів гартування. Азотування сталей та відповідні структурні перетворення. Ціанування та нітроцементация сталей. Дифузійне насичення металами. (4 години).	Лр. № 8. Цементация сталі. (4 години).
15	Тема 5. Термомеханічна обробка (ТМО). Низько та високотемпературна ТМО сталей, що загартовуються на мартенсит. ТМО з деформацією під час перлітного перетворення. Особливості ТМО сплавів що старіють. (4 години).	

САМОСТІЙНА РОБОТА

Самостійна робота – це вид розумової діяльності, за якої студент самостійно (без сторонньої допомоги) опрацює в кожному змістовному модулі перелік тем та на основі опрацювання інформаційних джерел веде пошук відповідей на існуючі питання. Головною метою самостійної роботи є засвоєння навчального матеріалу, розвиток у здобувачів когнітивного мислення і формування у них свідомості. Самостійна робота здобувачів вищої освіти є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у вільний від аудиторних навчальних занять час. Навчальний час, відведений для здобувачів, регламентується робочим навчальним планом.

5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Гомогенізація з нагріванням вище температури нерівновагового солідусу.	4
2	Сутність процесу відпалення для зменшення залишкових напружень.	4
3	Термодинамічні основи утворення зародків та кінетика фазових перетворень в твердому стані.	6
4	Особливості структурної спадковості та перекристалізації аустеніту.	4



5	Особливості структурних перетворень при (охлажденні) сталей.	4
6	Термодинамічні основи утворення структури при гартуванні сплавів з поліморфним перетворенням.	6
7	Особливості мартенситного перетворенням в вуглецевих сталях.	6
8	Фактори, що визначають температуру початку прямого та зворотнього мартенситних перетворень.	6
9	Відмінність будови та умови утворення пластинчастого та пакетного мартенситу.	4
10	Особливості утворення мартенситу напруження та мартенситу деформації.	4
11	Природа бейнітного перетворення в сталях та відмінність будови верхнього та нижнього бейніту.	6
12	Дефекти, що виникають при гартуванні та їх запобігання	4
13	Природа відпускнуї крихкості першого та другого роду.	6
14	Нагрівання та охолодження при гартуванні сплавів без поліморфного перетворення.	6
15	Термодинаміка процесів утворення виділень з пересиченого твердого розчину.	6
16	Сутність і особливості зонного та фазового старіння.	6
17	Явище звороту при старінні.	6
18	Сутність зміцнення при сходинковому старінні.	6
19	Використання діаграми Fe – N при розгляді процесу азотування сталей.	6
20	Фактори, що забезпечують зміцнення при різних видах ТМО сталей та сплавів, які піддають старінню.	6
	Разом	106

РЕКОМЕНДОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ДЖЕРЕЛА

Літературні джерела

1. Кузін О.А., Яцюк Р.А. Металознавство та термічна обробка металів. Підручник / О.А., Кузін, Р.А. Яцюк - Львів: Афіша, 2002. – 304 с.
2. Лейкін А.Є., Родін Б.І Матеріалознавство. / А.Є.Лейкін, Б.І. Родін - Київ: «Вища школа», 1971. – 224 с.
3. Черненко В. А. Металознавство / В.Черненко, О. Бялік, В. Писаренко, Ю. Москаленко.- Львів. : Політехніка, 2018. – 384 с.
4. Вирвінський П.П. Матеріалознавство. / П.П. Вирвінський - Дніпропетровськ: НГА України, 2000. – 128 с.



5. Галико А.В. Матеріалознавство. Навчальний посібник: навчально-методичний комплекс для студентів денної і заочної форм навчання / А.В. Галико, О.В. Кузик, В.М. Кропівний, А.В. Кропівна, Л.А. Молокост – Кіровоград: КОД, 2015. – 168 с.

6. Натапов Б.С. Термическая обработка металлов. / Натапов Б.С. - Киев: Вища школа, 1980. – 288 с.

ОЦІНЮВАННЯ

Оцінювання курсу здійснюється за 100-бальною шкалою. Підсумкова оцінка складається з результатів поточного контролю, виконання лабораторних робіт, самостійної роботи та екзамену.

Поточне оцінювання

Поточне оцінювання включає перевірку знань із тем змістових модулів та виконання поточних завдань. Максимальна кількість балів за поточне оцінювання — 40 балів. Кожна тема оцінюється відповідно до її складності та обсягу:

1. Змістовий модуль 1 — 20 балів.
2. Змістовий модуль 2 — 20 балів.

Результати поточного оцінювання формуються на основі тестувань, опитувань та виконання завдань під час занять.

Лабораторні роботи

Лабораторні роботи є обов'язковою частиною курсу. Виконання та захист кожної лабораторної роботи оцінюється до 5 балів. Усього передбачено 8 лабораторних робіт, за які студент може отримати максимум 40 балів.

Самостійна робота

Самостійна робота оцінюється окремо і передбачає виконання завдань та опрацювання тем, які частково не висвітлюються на лекціях. Максимальна кількість балів за самостійну роботу — 10 балів.

Підсумковий екзамен

Екзамен є завершальним етапом курсу, на якому оцінюється рівень засвоєння всього навчального матеріалу. Він складається з теоретичних питань та



практичних завдань, які охоплюють увесь курс. Максимальна кількість балів за екзамен — 10 балів.

Формування підсумкової оцінки

Підсумкова оцінка формується шляхом підсумування балів за всі етапи навчання:

1. Поточне оцінювання — 40 балів.
2. Лабораторні роботи — 40 балів.
3. Самостійна робота — 10 балів.
4. Екзамен — 10 балів.

Загальна максимальна оцінка за курс — 100 балів.

Умови успішного складання курсу

Для успішного складання курсу студент повинен набрати не менше 60 балів. Якщо студент набирає від 90 до 100 балів, йому виставляється відмінна оцінка. У разі, якщо студент за поточне оцінювання та лабораторні роботи набирає 60 балів і більше, викладач може зарахувати залік автоматично, без складання екзамену.

Політика перескладання

Студенти, які не набрали мінімально необхідної кількості балів, мають право перескласти екзамен. Перескладання допускається не більше двох разів і здійснюється за розкладом консультацій, визначеним викладачем.

ПОЛІТИКИ КУРСУ

Політика щодо строків виконання та перескладання:

- усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін;
- самостійна робота включає в себе самостійне опрацювання питань, що стосуються тем лекційних занять, які не викладені під час занять або ж були розглянуті коротко, їх поглиблене опрацювання за рекомендованою літературою, а також виконання практичних завдань з метою закріплення теоретичного матеріалу;
- індивідуальну роботу студент виконує самостійно, відповідно до методичних вказівок та визначених викладачем завдань і термінів;



- ліквідація заборгованості відбувається під час проведення консультацій з дисципліни за графіком визначеним викладачем;
- здобувачі вищої освіти мають право отримати оцінку за залік автоматично – у випадку, якщо впродовж семестру набрали від 60-100 балів;
- здобувачі вищої освіти, після завершення аудиторних занять, мають право підвищити свою оцінку лише під час складання заліку (підсумкового оцінювання) за графіком екзаменаційної сесії.

Політика щодо відвідування:

- відвідування занять (лекцій, практичних занять) є обов'язковим компонентом навчання;
- з об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування, індивідуальний графік, карантин) навчання може відбуватись у дистанційному режимі. За погодженням із керівником курсу студент може презентувати виконані завдання під час консультацій;
- здобувач зобов'язаний дотримуватися термінів, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

Політика щодо проведення аудиторних занять.

Під час проведення аудиторних занять слід дотримуватися встановленого порядку, брати активну участь в обговоренні запропонованих питань, висловлюючи та відстоюючи власну думку, виказуючи повагу та толерантність до чужої думки. Мобільні пристрої можна використовувати під час проведення аудиторних занять лише з дозволу викладача. За «гострої» потреби дозволяється залишати аудиторію на короткий час.

Політика щодо академічної доброчесності.

Вона спрямована на самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливим освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їх індивідуальних потреб і можливостей); посилення на джерела інформації у разі використання ідей, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності визначених Кодексом академічної доброчесності Національного університету «Запорізької політехніки» від 29.06.2021 р. (Див. URL: https://zp.edu.ua/uploads/dept_nm/Nakaz_N253_vid_29.06.21.pdf).

Політика щодо конфіденційності та захисту персональних даних.

Обмін персональними даними між викладачем і здобувачем вищої освіти в межах вивчення дисципліни, їх використання відбувається на основі закону України «Про захист персональних даних» (Див. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2297-17#Text>).

ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДЛЯ РОБОТИ НА КУРСІ

Щоб мати доступ до навчально-методичних розробок курсу необхідно мати особистий доступ до університетської навчальної платформи Moodle.