

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ**  
**Навчально-науковий інститут**  
**«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ**  
**БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»**

Кафедра матеріалознавства та обробки матеріалів  
 назва кафедри



**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
**НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«Теорія і технологія термічної обробки конструкційних сталей»  
 назва навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти

магістр

назва рівня вищої освіти

Спеціальність

132 «Матеріалознавство»

шифр і назва спеціальності

Освітньо-наукова програма

«Прикладне матеріалознавство»

назва освітньої програми

Статус дисципліни

обов'язкова

обов'язкова чи вибіркова

Форма навчання

заочна

денна чи заочна

Обсяг дисципліни

6 кредитів ЄКТС

Код освітньої компоненти

ОК2.1

відповідно до освітньої програми

Мова викладання

українська

Розробник(и): професор кафедри  
матеріалознавства та обробки матеріалів  
 посада

  
 (підпис)

Віра ВАХРУШЕВА  
 ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Робоча програма ухвалена на засіданні кафедри матеріалознавства та обробки матеріалів  
 назва кафедри

Протокол від «05» листопада 2024 р. № 4

Завідувач кафедри



Володимир ВОЛЧУК  
 ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Робоча програма погоджена групою забезпечення якості освітньо-наукової програми  
«Прикладне матеріалознавство»  
 підготовки за другим (магістерським) рівнем вищої освіти зі  
 спеціальності 132 «Матеріалознавство»

Протокол від «05» листопада 2024р. № 2

Гарант освітньої програми:



Володимир ВОЛЧУК  
 ім'я, ПРІЗВИЩЕ

**Експертизу навчально-методичного відділу пройдено:**

  
 (підпис)

Віолетта ФЕДІНА  
 ім'я, ПРІЗВИЩЕ

«05» листопада 2024р.

Реєстраційний номер \_\_\_\_\_  
 надається фахівцем НМВ

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

	Години	Кредити	Семестр	
			I	
Всього годин за навчальним планом, з них:	180	6	180	
<b>Аудиторні заняття, у т.ч:</b>	18		18	
лекції	12		12	
лабораторні роботи	-		-	
практичні заняття	6		6	
<b>Самостійна робота, у т.ч:</b>	162		162	
підготовка до аудиторних занять	40		40	
підготовка до контрольних заходів	68		68	
виконання курсового проекту або роботи	15		15	
опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях	9		9	
підготовка до екзамену	30		30	
<b>Форма підсумкового контролю</b>			Екзамен	

## 2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.

**Мета дисципліни:** формування у студентів знань з теоретичних основ термічної обробки та технології термічної і комбінованої обробки конструкційних сталей.

**Завдання дисципліни:** вміння встановлювати взаємозв'язок між комплексом властивостей металопродукату, його структурою та режимом термомеханічної обробки, за яким він виробляється. оволодіння студентами вибором виду та режимів термічної обробки для виготовлення конструкційних матеріалів з заданим рівнем властивостей. Вміти вибрати технологію термічної обробки та встановити взаємозв'язок між комплексом властивостей, структурою та режимами термічної обробки.

**Пререквізити дисципліни.** Курс лекцій з цієї дисципліни базується на засвоєнні студентами наступних дисциплін: «Металознавство та обробка матеріалів»; «Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів»; «Теорія процесів формування структури та властивостей конструкційних матеріалів»; «Методи структурного аналізу»; «Будівельне матеріалознавство».

Постреквізити дисципліни:

1. Підготовка до підсумкової атестації. Атестація здійснюється у формі публічного захисту дипломної роботи.

2. Доступ до навчання за третім (освітньо-науковим) рівнем вищої освіти.

### Компетентності.

**ЗК.02** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

**ФК.02** Здатність планувати та проводити дослідження в сфері матеріалознавства, у лабораторних та виробничих умовах на відповідному рівні з використанням сучасних методів і методик експерименту.

**ФК.09** Здатність обґрунтовано здійснювати вибір технологій виготовлення, оброблення, випробування матеріалів і виробів, для конкурентних умов експлуатації.

**Заплановані результати навчання.** (відповідно до освітньо-наукової програми «Прикладне матеріалознавство» - 2024, спеціальності 132 «Матеріалознавство»). У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

**ПРН 12.** Формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі для розробки, виготовлення, сертифікації, утилізації матеріалів, створення та застосування ефективних технологій виготовлення виробів.

**ПРН 13.** Планувати і виконувати експериментальні матеріалознавчі дослідження, обирати відповідні обладнання та методики, здійснювати статистичну обробку і статистичний аналіз результатів експериментів, обґрунтовувати висновки.

**ПРН 14.** Обґрунтовано призначати та контролювати показники якості матеріалів та виробів.

**ПРН 15.** Проектувати нові матеріали, розробляти, досліджувати та використовувати фізичні та математичні моделі матеріалів та процесів.

**Методи навчання.**

Використовуються методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

Словесний – (лекція, пояснення, роз'яснення, розповідь)

Наочний – (ілюстрації, слайди, презентації)

Робота з книгою – (конспектування, реферування)

**Форми навчання:**

- групова;
- колективна;
- фронтальна.

**Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна:**

- електронний проектор;
- комп'ютер;

програмне забезпечення - віртуальна лабораторія середовища Excel, Matlab Середовище математичного моделювання Microsoft Office.

### 3. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

1. **Теорія і технологія термічної обробки конструкційних сталей.**  
Загальні положення теорії термічної обробки. Утворення аустеніту. Механізм та кінетика аустенітизації. Мета термічної обробки. Основні фактори впливу при термічній обробці. Види термічної обробки. Утворення аустеніту, кінетика та механізм аустенітизації. Кінетичні криві, ізотермічні та термокінетичні диграми утворення аустеніту. Гомогенізація та зерно аустеніту.
2. **Перетворення переохолодженого аустеніту.** Кінетика та механізм перетворення аустеніту в ферито-цементитну суміш. Вплив складу сталі, розмір зерна та неоднорідність аустеніту. Мартенситне перетворення у сталі.
3. **Бейнітне (проміжне) перетворення. Відпуск загартованої сталі.** Кінетика бейнітного перетворення. Структура та механічні властивості при бейнітному перетворенні. Види відпуску загартованої сталі. Перетворення залишкового аустеніту. Формування цементиту. Полігонізація фериту, сфероїдизація та коагуляція карбідів.
4. **Старіння металів та сплавів.** Термічне старіння та його стадії. Вплив термічного старіння на властивості. Мартенситно-старіючі сталі. Статичне деформаційне старіння та його кінетика. Динамічне деформаційне старіння.

### 4. СТРУКТУРА (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб	с/р
<b>Змістовий модуль 1. Теорія і технологія термічної обробки конструкційних сталей. Теорія термічної обробки конструкційних сталей.</b>					
<b>Загальні положення теорії термічної обробки.</b> Утворення аустеніту. Механізм та кінетика аустенітизації. Мета термічної обробки. Основні фактори впливу при термічній обробці. Види термічної обробки. Утворення аустеніту, кінетика та механізм аустенітизації. Кінетичні криві, ізотермічні та термокінетичні диграми утворення аустеніту. Гомогенізація та зерно аустеніту.	36	4	2		30
<b>Перетворення переохолодженого аустеніту.</b> Кінетика та механізм перетворення аустеніту в ферито-цементитну суміш. Вплив складу сталі, розмір зерна та неоднорідність аустеніту. Мартенситне перетворення у сталі.	34	2	2		30

<b>Бейнітне (проміжне) перетворення. Відпуск загартованої сталі.</b> Кінетика бейнітного перетворення. Структура та механічні властивості при бейнітному перетворенні. Види відпуску загартованої сталі. Перетворення залишкового аустеніту. Формування цементиту. Полігонізація фериту, сфероїдизація та коагуляція карбідів.	36	4	2		30
<b>Старіння металів та сплавів.</b> Термічне старіння та його стадії. Вплив термічного старіння на властивості. Мартенситно-старіючі сталі. Статичне деформаційне старіння та його кінетика. Динамічне деформаційне старіння.	29	2			27
<b>Разом за змістовим модулем 1.</b>	<b>135</b>	<b>12</b>	<b>6</b>		<b>117</b>
<b>Змістовий модуль 2 (курсова робота). Обґрунтування вибору матеріалу, процесів і технологій термічної обробки конструкційних матеріалів.</b>					
Вибір режиму т/о, технології та обладнання. Вибір марки сталі.	15				15
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>15</b>				<b>15</b>
<b>Підготовка до екзамену</b>	<b>30</b>				<b>30</b>
<b>Усього годин</b>	<b>180</b>	<b>12</b>	<b>6</b>		<b>162</b>

## 5. ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
	<b>Змістовий модуль 1. Теорія і технологія термічної обробки конструкційних сталей. Теорія термічної обробки конструкційних сталей.</b>	
1	Теорія і технологія термічної обробки конструкційних сталей. Загальні положення теорії термічної обробки.	4
2	Бейнітне (проміжне) перетворення. Відпуск загартованої сталі.	2
3	Старіння металів та сплавів.	4
4	Термомеханічна обробка.	2

## 6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
	<b>Змістовий модуль 1. Теорія і технологія термічної обробки конструкційних сталей. Теорія термічної обробки конструкційних сталей.</b>	
1	Утворення аустеніту. Механізм та кінетика аустенітизації. Мета термічної обробки. Основні фактори впливу при термічній обробці. Види термічної обробки. Утворення аустеніту, кінетика та механізм аустенітизації. Кінетичні криві, ізотермічні та термокінетичні диграми утворення аустеніту. Гомогенізація та зерно аустеніту	2
2	Кінетика бейнітного перетворення. Структура та механічні властивості при бейнітному перетворенні. Види відпуску загартованої сталі. Перетворення залишкового аустеніту. Формування цементиту. Полігонізація фериту, сфероїдизація та коагуляція карбідів.	2
3	Термічна обробка і контрольована прокатка гарячекатаних і холоднокатаних листів. Термічна обробка проволочи Патентування проволочи. Термічна обробка труб і балонів. Сфероїдизуючий відпал.	2

## 7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
Лабораторні заняття навчальним планом не передбачені.		

### 8. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ п/п	Вид роботи / Назва теми	Кількість годин
1.	підготовка до аудиторних занять	40
2.	підготовка до контрольних заходів	68
3.	виконання індивідуальних завдань	-
4.	опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях: - Механізми зміцнення, структури і механічні властивості сталей підвищеної і високої міцності. - Термічна обробка сталевих проволочи. Термічна обробка труб і балонів. Термічна обробка стрічки та жести. Термічна обробка чавунного металопрокату.	9 5 4
5.	виконання курсового проекту або роботи	15
6.	підготовка до екзамену	30
	<b>Усього годин</b>	<b>162</b>

### ОРІЄНТОВНА ТЕМАТИКА ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

- Термомеханічна обробка.** Види термомеханічної обробки (ВТМО, НТМО). Вплив температури та ступеню деформування. Основні технологічні фактори.
- Механізми зміцнення, структури і механічні властивості сталей підвищеної і високої міцності.**
- Контрольована прокатка.** Вплив температури, ступеню деформації. Безперервна прокатка.
- Термічна обробка сталюого металопрокату.** Термічна обробка і контрольована прокатка гарячекатаних і холоднокатаних листів. Термічна обробка проволочи Патентування проволочи. Термічна обробка труб і балонів. Сфероїдизуючий відпал.
- Противофлокєнна термічна обробка.** Вплив різних факторів на утворення флокєнів у металопрокаті. Режими противофлокєнної обробки. Методи контролю наявності флокєнів у конструкційній сталі.
- Термічна обробка періодичних профілів (арматури) для армування залізобетонних конструкцій.** Класи міцності та вміст елементів у сталі для арматури. Технологія термічного поліпшення. Термічне зміцнення арматурної сталі з прокатного нагріву у лінії сортопрокатного стану. Електроконтактні та індукційні установки для термічної обробки арматури.
- Термічна і термомеханічна обробка та контрольована прокатка фасонних профілів прокату загального призначення.** Профілі прокату та їх форма. Технологія термічного зміцнення фасонних профілів. Прискорєне охолодження – основні схеми. Рекристалізаційна контрольована прокатка.
- Технологія термічної обробки сталюих злитків і безперервнолитих заготівок.** Дефекти злитків. Дифузійний (гомогенізуєющий) відпал. Пом'якшуюча термічна обробка. Контроль якості злитків.
- Термічна обробка сталевих проволочи.** Термічна обробка труб і балонів. Термічна обробка стрічки та жести. Термічна обробка чавунного металопрокату.

### 9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Методами контролю є тестовий метод та методи самоконтролю і самооцінки.

## 10. ПОРЯДОК ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

**Змістовий модуль 1. Теорія і технологія термічної обробки конструкційних сталей.** Максимальна оцінка за змістовий модуль – 100 балів. Оцінка поточного контролю складається із:

- присутності студента на лекціях – максимальна кількість – 12 балів;
- практичні заняття – максимальна кількість – 18 бали;
- контрольної роботи за темами 1-4 (максимальна кількість 70 балів).

Присутності студента на лекціях – 2 бали за лекцію, якщо студент не був присутнім 0 балів.

Практичні заняття. Максимальна кількість балів – 18. Загальна кількість практичних занять – 3 (6 балів за кожне практичне заняття). За кожну практичне заняття нараховують:

- студент повністю виконав розрахунки, надав вірні теоретичні тлумачення розрахунковим даним – 6 балів;
- студент виконав розрахункову частину, але у відповіді допущені невірні обґрунтування отриманих даних – 5-3 балів;
- студент не відповідав на запитання викладача, але брав участь у обговоренні питань – 2-1 бал;
- за повну відсутність відповіді – 0 балів.

*Виконання індивідуальних завдань (контрольної роботи)* оцінюється у **70** балів. Робота містить два питання, кожне з яких оцінюється від 35 до 1 бала. Бал за роботу вираховується як середній бал за два питання.

35-24 – студент володіє матеріалом, дає визначення, типології, посилається на приклади сучасних наук, соціальних подій та процесів, але мають дві-три описки й неточності;

23-15 - студент в основному орієнтується в матеріалі, але допускає неточності, незначні помилки, обізнаний в філософії науки;

14-5 - студент лише частково розкриває питання, слабо в них орієнтується, погано ознайомлений із теоретичними питаннями та з процесами, що їх репрезентують;

4-1 - студент не вірно відповідає на питання, або недостатньо в необхідному обсязі, не цікавиться сучасним науковим та суспільним життям.

**Змістовий модуль 2. (курсова робота).** Обґрунтування вибору матеріалу, процесів і технології термічної обробки конструкційних матеріалів.

Максимальна оцінка за курсову роботу – 100 балів. Курсовий проект складається з двох рівноважних розділів. Максимальна кількість балів за кожен розділ – 50 балів. На кожен розділ курсового проекту нараховують:

- за повністю викладений розділ – 50 балів;
- розрахункова частина розділу має не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація – 49-30 балів;
- студент виконав експериментальні розрахунки, але у відповіді допущені невірні тлумачення – 29-11 балів;
- студент неповністю виконав завдання розділу курсової роботи, у відповіді допущені грубі помилки – 10-1 балів;
- за повну відсутність розрахункової частини – 0 балів.

**Екзамен.** Екзаменаційна робота складається з п'яти рівноважних тестових завдань. Максимальна кількість балів за кожне завдання – 20 балів. На кожне завдання екзаменаційної роботи нараховують:

- студент надав вірну відповідь на завдання – 20 балів;
- студент не надав вірної відповіді на завдання – 0 балів.

Підсумкова оцінка визначається як середньоарифметичне між підсумковою оцінкою змістового модулю 1, модулю 2 та оцінкою екзамену.

## 11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство- навчальний посібник / І.П. Гладкий, В.І. Мощенок, В.П. Тарабанова, Н.О. Лалазарова, Д.Б. Глушкова. Харків - ХНАДУ, 2014. 528 с.
2. Дяченко С.С. Матеріалознавство : підручник / С. С. Дяченко, І. В. Дощечкіна, А. О. Мовлян, Е. І. Плешаков. Харків : Вид-во ХНАДУ, 2007. 440 с.
3. Афтандіянець Є.Г. Матеріалознавство [Електронний ресурс]: підручник / Є. Г. Афтандіянець, О.В. Зазимко, К.Г. Лопатько. Київ : Вища освіта, 2012. 548 с.
4. І.В. Прокопович. Металознавство: навчальний посібник. Одеса: Екологія, 2020. – 308с.
5. Мещерякова Т.М., Яцюк Р.А., Кузін О.А., Кузін М.О. Матеріалознавство: підручник – Дрогобич: Коло, 2015. 400с.
6. Кузін О.А., Яцюк Р.А. Металознавство та термічна обробка металів- підручник. К. - Основа, 2005. - 324 с.

### Допоміжна

1. Develoment of Indaustrial Prodaction of Ultrafine Grained Steel in Tandem Hot Strip Mill / Kurahashi R., Nakamura K., Morimoto T. // La Revue de MetallurgieCIT. 2005. 102. №4. — P. 271283.
2. Crystallographic Texture as a Means for Controlling the Rolling Process of LowCarbon Sheet Steel. By: Egiz, I. V.; Shamrai, V. F.. Metal Science & Heat Treatment, Jan/Feb2003, Vol. 45 Issue 1/2, PP. 3538.
3. Hulka K., Gray J.M., Heisterkamp F. High temperature thermomechanical processing of pipe steel technical basis and production experience // Pipeline Technology. 2000. V. II. PP. 291306.
4. Вплив контрольованої прокатки та подальшої термічної обробки на структуру та властивості сталі 13Г1СУ / Горбатенко В.П., Лукін О.В., Гриненко Д.В. // Вісник ДонНАБА Матеріали VI міжнародної наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів". — Вип. 2007 4(66). — Макіївка: ДонНАСА, 2007 — С. 56-59.

## 12. ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ

1. Марочник металів: <http://www.splav.kharkov.com/main.php>
2. Довідник зі сплавів: [http://www.splav.kharkov.com/choose\\_type.php](http://www.splav.kharkov.com/choose_type.php)
3. Підручник по прокатці металів: [https://studbooks.net/2555645/tovarovedenie/kontroliruemaya\\_prokatka](https://studbooks.net/2555645/tovarovedenie/kontroliruemaya_prokatka)
4. Віртуальний читальний зал ННІ ПДАБА: <https://pgasa365.sharepoint.com/sites/e-library/Shared%20Documents/Forms/AllItems.aspx?csf=1&web=1&e=hiwEpc&CID=c1fdb980-20aa-46a6-9136-5a2470148bab&FolderCTID=0x012000686B7E3420895E4193BB9DB5D43292AE&id=%2Fsites%2Fes%2Fes%2Fshared%20Documents%2F%D0%9A%D0%B0%D1%84%D0%B5%D0%B4%D1%80%D0%B8%2F%D0%9A%D0%B0%D1%84%D0%B5%D0%B4%D1%80%D0%B0%20%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0%20%D1%82%D0%B0%20%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B8%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B2>