

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
Факультет механічний  
Кафедра технології металів та матеріалознавства

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Перший проректор з НПП

професор

Анжеліка

БАТРАКОВА

«\_\_\_»

2024 року



**РОБОЧА ПРОГРАМА**

**навчальної дисципліни** ОК21 «Леговані сталі і сплави»

(шифр за освітньою програмою і назва навчальної дисципліни)

**статус дисципліни**

обов'язкова

(обов'язкова / вибіркова)

**рівень вищої освіти**

перший (бакалаврський)

перший (бакалаврський) / другий (магістерський)  
/ третій (освітньо-науковий)

**галузь знань**

13 «Механічна інженерія»

(шифр і назва галузі знань)

**спеціальність**

132 «Матеріалознавство»

(шифр і назва спеціальності)

**освітня програма**

«Матеріалознавство

(назва освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми)

**мова навчання**

українська

*Handwritten signature*

**1. Мета вивчення навчальної дисципліни** дати теоретичні та практичні знання для розвитку творчих навичок в студентів, надати теоретичні та практичні знання для створення різних легованих конструкційних та інструментальних матеріалів; визначити і окреслити основні підходи до вибору необхідних легованих сталей та сплавів в різних галузях машинобудування.

**2. Передумови для вивчення дисципліни:** дисципліна вивчається після вивчення дисциплін ОК13 Матеріалознавство, ОК18 Основи металографії та структурного аналізу матеріалів.

### 3. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників                    | Характеристика навчальної дисципліни |
|--------------------------------------------|--------------------------------------|
|                                            | денна форма навчання                 |
| <b>Кількість кредитів / год</b>            | 5,0/150                              |
| <b>Семестр викладання дисципліни</b>       | 6                                    |
| <b>Розподіл часу за навчальним планом:</b> |                                      |
| - лекції, год.                             | 32                                   |
| - лабораторні заняття, год.                | 24                                   |
| - самостійна робота студентів, год.        | 64                                   |
| - підготовка та складання екзамену, год.   | 30                                   |
| <b>Підсумковий контроль</b>                | екзамен                              |

### 4. Компетентності:

**ІК.** Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та проблеми, пов'язані з розробкою, застосуванням, виробництвом та ви-пробуванням металевих, неметалевих та композиційних матеріалів та виробів на їх основі, у професійній діяльності та у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики, хімії та механічної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов і вимог.

#### *Загальні компетентності*

**КЗ.10.** Здатність працювати автономно.

**КЗ.11.** Здатність працювати в команді.

#### *Спеціальні (фахові) компетентності:*

**КС.16.** Здатність обґрунтовано застосовувати матеріал певного хімічного складу для конкретного виробу з урахуванням вимог технологічності, економічності, екологічності, надійності та довговічності.

## 5. Очікувані результати навчання з дисципліни.

**РН4.** Передавати свої знання, рішення і підґрунтя їх прийняття фахівцям і неспеціалістам в ясній і однозначній формі.

**РН8.** Уміти застосувати свої знання для вирішення проблем в новому або незнайомому середовищі.

**РН9.** Уміти експериментувати та аналізувати дані.

**РН25.** Знання основних груп матеріалів та здатність обґрунтовано здійснювати їх вибір для конкретного використання.

## 6. Методи навчання

МН1 – словесний метод (лекція, бесіда, пояснення);

МН2 – практичний метод (лабораторні заняття, виконання ситуативних завдань; статей);

МН3 – наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій, складання таблиць);

МН4 – робота з літературою (навчально-методичною; науковою літературою; нормативною літературою; робота за підручниками і посібниками; пошук інформації за завданням);

МН5 – самостійна робота;

МН6 – науково-дослідна робота студентів (студентські презентації та виступи на наукових заходах)

## 7. Критерії оцінювання результатів навчання

Поточна успішність здобувачів за виконання навчальних видів робіт на навчальних заняттях і за виконання завдань самостійної роботи оцінюється за допомогою чотирибальної шкали оцінок з наступним перерахуванням у 100-бальну шкалу. Під час оцінювання поточної успішності враховуються всі види робіт, передбачені навчальною програмою.

### Екзамен

| Поточний контроль |       |       |       |            |             |             |             | Екзаме-<br>наційний<br>контроль | Разом<br>за ди-<br>сцип-<br>ліну |
|-------------------|-------|-------|-------|------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------------|----------------------------------|
| T1-T2             | T3-T4 | T5-T6 | T7-T8 | T9-<br>T10 | T11-<br>T12 | T13-<br>T14 | T15-<br>T16 | 30                              | 100                              |
| 8                 | 8     | 8     | 8     | 8          | 10          | 10          | 10          |                                 |                                  |

T1, T2, ..., T16 – теми.

Рейтингова оцінка з дисципліни та її переведення в оцінки за національною шкалою і шкалою ECTS здійснюється згідно з Положенням про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти ХНАДУ.

## 8. Засоби діагностики результатів навчання:

ФМО1 – міжсесійний контроль (поточна тематична перевірка)

ФМО2 – підсумковий контроль (семестровий екзамєн).

ФМО3 – практична перевірка (захист лабораторних робіт, студентські презентації та виступи на наукових заходах).

ФМО4 – методи самоконтролю.

## 9. Розподіл дисципліни у годинах за формами організації освітнього процесу та видами навчальних зан

| № теми | Назва тем (ЛК, ЛР, СР)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Кількість годин (очна) | Література      |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|
| 1      | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3                      | 4               |
| 1      | ЛК1. Загальні уявлення про леговані та спеціальні сплави. Мета і задачі курсу, його структура і послідовність викладання. Значення легованих сталей і спеціальних сплавів у машинобудуванні. Виробництво простих і легованих сталей. Класифікація і маркування легованих сталей. Класифікація сталей по мікроструктурі: перлітного, мартенситного, бейнітного, аустенітного, феритного та карбідного класів.                                                       | 2                      | [1.1,1.2]       |
|        | ЛР1. Вивчення легованих сталей по класах.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2                      | [1.1,1.2]       |
| 2      | ЛК2. Вплив легувальних елементів на властивості фериту та аустеніту. Безпосередній та побічний вплив легувальних елементів на міцність, твердість, в'язкість і холодноламкість $\alpha$ - і $\gamma$ -фаз заліза. Карбідоутворювальні та некарбідоутворювальні елементи. Їх вплив на діаграму ізотермічного розпаду аустеніту. Фази проникнення.                                                                                                                   | 2                      | [1.1,1.2]       |
|        | СР Легувальні елементи та їх класифікація. Спеціальні властивості: зносостійкість, корозійна стійкість, жароміцність, жаростійкість, високі пружні властивості. Мета легування. Вплив легувальних елементів на властивості сплавів. Використання сталей і сплавів з особливими властивостями. Умови утворення твердих розчинів. Види та міцність міжатомного зв'язку: іонного, ковалентного, металевого. Тверді розчини. Види твердих розчинів в легованих сталях. | 5                      | [1.1,1.2]       |
| 3      | ЛК3. Вплив легувальних елементів на процеси, які відбуваються в сталі при нагріві. Вплив легувальних елементів на критичні точки заліза і сталі. Зміна розчинності вуглецю в аустеніті під впливом легувальних елементів.                                                                                                                                                                                                                                          | 2                      | [1.1-1.3]       |
|        | ЛР2. Карбідна неоднорідність в спеціальних сталях, методи її визначення та оцінки.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2                      | [1.1-1.3]       |
| 4      | ЛК4. Вплив легувальних елементів на процеси, які відбуваються в сталі при охолодженні. Розпад легованого аустеніту в ізотермічних умовах і умовах безперервного охолодження. Вплив легувальних елементів на вид С-подібних кривих і положення температурного інтервалу мартенситного перетворення.                                                                                                                                                                 | 2                      | [1.1, 1.2, 1.3] |
|        | СР Механізм і умови утворення аустеніту. Вплив легувальних елементів на кінетику $\alpha$ - $\gamma$ -утворення. Перекристалізація сталі за двома механізмами: вихідна неупорядкована та вихідна упорядкована стру-                                                                                                                                                                                                                                                | 5                      | [1.2,1.4]       |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |                 |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------|
|   | ктури. Явище структурної спадковості. Вплив легувальних елементів на ріст зерна.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   |                 |
| 5 | ЛК5. Особливості структур сталей, які формуються при безперервному охолодженні. Вплив легувальних елементів на загартовуваність і прогартовуваність сталі. Формування структур легованих сталей в перлітній, проміжній та мартенситній областях. Перлітне перетворення. Бейнітне перетворення. Мартенситне перетворення.                                                                                                                                                                                                                                        | 2 | [1.4, 1.5, 1.8] |
|   | ЛР3. Термічна обробка, структура і властивості легованих конструкційних сталей.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2 | [1.4, 1.5]      |
| 6 | ЛК6. Вплив легувальних елементів на процеси, які відбуваються при відпусканні. Головні перетворення, які відбуваються при нагріві загартованої сталі. Особливості розпаду легованого мартенситу. Роль легувальних елементів в процесі розпаду мартенситу і карбідних перетворень. Дисперсійне зміцнення (твердіння) при відпуску легованих сталей.                                                                                                                                                                                                              | 2 | [1.1, 1.4, 1.5] |
|   | СР Методи визначення прогартовуваності легованих сталей. Перетворення залишкового аустеніту при відпуску. Вторинне гартування і його роль в термообробці легованих сталей.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5 | [1.4, 1.5]      |
| 7 | ЛК7. Дефекти легованих сталей. Відпускна крихкість другого роду. Сталі, в яких відбувається відпускна крихкість другого роду. Флокени. Причини утворення флокенів. Антифлокена термічна обробка.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2 | [1.4, 1.5, 1.8] |
|   | ЛР4. Вплив температури ізотермічної обробки і гартування з відпуском на структуру та твердість конструкційної сталі 30ХГСА.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2 | [1.4, 1.5, 1.8] |
| 8 | ЛК8. Конструкційні сталі загального призначення. Будівельні сталі. Класифікація. Вимоги до будівельних сталей. Роль легувальних елементів в будівельних сталях. Характеристика окремих груп будівельних сталей по міцності. Зміцнення ферито-перлітних сталей при легуванні. Схильність сталі до крихкого руйнування. Зміцнюючі фактори, їх доля зміцнення і окрихчення сталі. Покращувані сталі. Властивості сталі після покращення. Вплив структури загартованої сталі на властивості її після високого відпускання. Мета легування покращеної сталі.         | 2 | [1.4, 1.5, 1.8] |
|   | СР Шиферний та камнеподібний зломи. Причини дефектів і міри запобігання окрихчення сталей, появи флокенів. Сталі підвищеної міцності та високоміцні сталі. Сталі для холодного штампування: нестаріючі холоднокатані сталі, двофазні ферито-мартенситні сталі. Характеристика головних груп покращуваної сталі.                                                                                                                                                                                                                                                 | 5 | [1.4, 1.5, 1.8] |
| 9 | ЛК9. Сталі, що цементують і азотують. Вплив легувальних елементів на процес цементації. Термічна обробка. Властивості сталей після цементації та термообробки. Сталі, що азотують. Вплив легувальних елементів на глибину азотованого шару. Високоміцні мартенситно-старіючі сталі. Принцип легування. Особливості механічних, технологічних і експлуатаційних характеристик цих сталей. Зміцнюючі фази. Термічна обробка мартенситностаріючих сталей. Їх використання. Головні недоліки сталей цієї групи. Високоміцні сталі. Леговані низько-відпущені сталі. | 2 | [1.4, 1.5, 1.8] |
|   | ЛР5. Вивчення впливу температури нагрівання під гартування на чорвоностійкість швидкорізальної сталі Р18.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2 | [1.4, 1.5, 1.8] |
|   | СР Властивості легованих сталей після азотування. Підшипникові сталі. Вимоги та класифікація. Легування і термічна обробка теплостійких і корозійностійких підшипників. Пружинні сталі. Класифіка-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5 | [1.4, 1.5, 1.8] |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |                                |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------|
|    | ція та вимоги. Структура і властивості сталей загального призначення. Зміцнювальна обробка. Сталі спеціального призначення. Особливості складу зміцнення. Область використання. Тріп-сталі. Сталі підвищеної оброблюваності. Рейкові сталі. Фазовий склад, структура і властивості цих сталей у литому стані та після гарячого пластичного деформування. Тверді сплави.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |                                |
| 10 | ЛК10. Високоміцні сталі. Леговані низько-відпущені сталі. Дисперсійно-твердіючі сталі. Сталі з подрібненим зерном. Конструкційні сталі спеціального призначення. Кріогенні сталі. Зносостійкі сталі. Метастабільні аустенітні сталі. Немагнітні сталі підвищеної міцності. Інструментальні сталі. Класифікація інструментальних сталей по складу, теплостійкості та призначенню. Сталі для різального інструменту. Низьколеговані сталі для різального інструменту. Зміцнювальна обробка. Швидкорізальні сталі. Принципи легування їх. Карбідна неоднорідність і особливості її зниження. Особливості термічної обробки швидкорізальної сталі з карбідним та інтерметалідним зміцненням. | 2 | [1.4, 1.5, 1.8]                |
|    | ЛР6. Сталі і сплави підвищеної міцності                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2 | [1.4, 1.5, 1.8]                |
|    | СР Методи зміцнення металів і сплавів                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5 | [1.4, 1.5, 1.8]                |
| 11 | ЛК11. Сталі для штамів холодного деформування. Високохромисті сталі. Особливості легування. Фазовий склад і структура цих сталей у стані постачання. Зміцнювальна обробка. Гартування на первинну і вторинну твердість.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2 | [1.4, 1.5, 1.8]                |
|    | ЛР7. Вплив температури гартування на фазовий склад, структуру та властивості сталі типу Х12.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2 | [1.4, 1.5]                     |
| 12 | ЛК12. Сталі для штамів гарячого деформування. Сталі для молоткових штамів: склад, структура, зміцнювальна обробка. Сталі для витяжних, висадкових штамів і форм лиття під тиском. Особливості легування і теплової обробки.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2 | [1.4, 1.5]                     |
|    | ЛР8. Дефекти структури в легованих сталях.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2 | [1.4, 1.5]                     |
|    | СР Сталі для вимірювальних інструментів. Вимоги до цих сталей. Головні групи сталей. Термічна обробка для підвищення стабільності розмірів.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5 | [1.4, 1.5]                     |
| 13 | ЛК13. Сталі з особливими фізичними і хімічними властивостями. Корозія. Види корозії по характеру і механізму руйнування. Корозійностійкі сталі. Принципи створення корозійностійких сталей. Хромисті сталі феритного і мартенситного класів.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2 | [1.2, 1.3, 1.6, 1.7, 2.1, 2.2] |
|    | ЛР 9. Властивості та застосування сплавів благородних металів                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2 | [1.2, 1.3, 1.6, 1.7]           |
|    | СР. Засосування термпар з використанням благородних металів                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5 | [1.2, 1.3, 1.6, 1.7]           |
| 14 | ЛК14. Вплив термічної обробки на корозійну стійкість сталей. Аустенітні корозійностійкі сталі.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2 | [1.1-1.3]                      |
|    | ЛР10. Вивчення корозійної стійкості сталі типу Х13 в залежності від умов термообробки.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2 | [1.1-1.3]                      |
|    | СР Особливості складу і структури. Міжкристалітна корозія і методи її запобігання.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5 | [1.1-1.3]                      |
| 15 | ЛК15. Жаростійкі та жароміцні сталі. Фактори, що впливають на жаростійкість. Роль легування для підвищення жаростійкості. Вимоги до жароміцних сталей.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2 | [1.1-1.3]                      |

|                              |                                                                                                                                    |            |           |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|
|                              | ЛР11. Термічна обробка, структура і властивості сталей та сплавів з особливими властивостями.                                      | 2          | [1.1-1.3] |
|                              | СР Жароміцні сталі перлітного, мартенситного і аустенітного класів.                                                                | 5          | [1.1-1.3] |
| 16                           | ЛК16. Вплив легувальних елементів на жароміцність сталі. Особливості зміцнюючої термообробки. Теплова крихкість жароміцних сталей. | 2          | [1.1-1.3] |
|                              | ЛР12. Структура і властивості легованих чавунів                                                                                    | 2          | [1.1-1.3] |
|                              | СР Області застосування легованих чавунів                                                                                          | 4          | [1.1-1.3] |
| Ра-<br>зом                   | ЛК                                                                                                                                 | 32         |           |
|                              | ЛР                                                                                                                                 | 24         |           |
|                              | СР                                                                                                                                 | 54         |           |
|                              | Екзамен                                                                                                                            | 30         |           |
| <b>Усього за дисципліною</b> |                                                                                                                                    | <b>150</b> |           |

**10. Орієнтовна тематика індивідуальних та/або групових занять: не передбачені.**

**11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення обладнання лабораторій кафедри.**

## **12. Рекомендовані джерела інформації**

### **1. Базова література**

1.1. Куцова В. З. Леговані сталі та сплави з особливими властивостями. Підручник / В. З. Куцова, М. А. Ковзель, О. А. Носко. Дніпропетровськ : НМетАУ, 2008. 348 с.

1.2. Гапонова О. П. Сталі та сплави з особливими властивостями : навч. посіб. / О. П. Гапонова, А. Ф. Будник. Суми : Сумський державний університет, 2014. – 240 с.

1.3. Климов О. В. Сталі та сплави з особливими властивостями : навч. посіб. / О. В. Климов, Ю. І. Кононенко, В. Л. Грешта. Запоріжжя : ЗНТУ, 2014. 315 с.

1.4. Прикладне матеріалознавство [Електронний ресурс] : підручник для вищих навчальних закладів III-IV ступенів акредитації / Авт. колектив: Сушко О. В., Посвятенко Е. К., Кюрчев С. В. та ін. Мелітополь : ТПЦ «Forward press», 2019. 352 с.

1.5. Матеріалознавство [Електронний ресурс] : навч. посіб. / Бузило В. І., Сердюк В. П., Яворський А. В. та ін. / М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Дніпро : НТУ «ДП», 2021. 243 с.

1.6. Усов В. В. Матеріалознавство та технології [Електронний ресурс] : навч. посіб. для самостійного вивчення дисципліни / В. В. Усов. – Одеса : Університет Ушинського, 2019. – 227 с.

1.7. Кондрашев П. В. Матеріалознавство [Електронне мережне навчальне видання]. Конспект лекцій : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування / Укл.: П. В. Кондрашев. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 98 с.

1.8. Прокопович І. В. Металознавство [Електронний ресурс] : навч. посіб. Одеса : Екологія, 2020. 308 с.

## 2. Допоміжна література

2.1. Матеріалознавство виробів медичного призначення [Електронний ресурс]. навч. посіб. / Шаломєєв В. А., Глотка О. А., Лисиця О. А. та ін. Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2020. 212 с.

2.2. Матеріалознавство та матеріали у харчовій промисловості : підручник / Косенко В. А., Кушевська Н. Ф., Кадомський С. В. та ін. Київ : Університет «Україна», 2017. 298 с.

## 3. Інформаційні ресурси

3.1. Дистанційний курс:

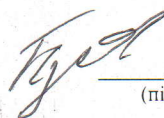
<https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=1554>

3.2. Файловий архів ХНАДУ <http://files.khadi.kharkov.ua/>

3.3. Наукова бібліотека ХНАДУ <http://library.khadi.kharkov.ua/golovna/>

**Розробник : доцент**  
(посада, наук. ступінь, вчене звання)

«26» \_\_08\_\_ 2024\_\_ року



(підпис)

**Тетяна ПРОТАСЕНКО**  
(ПІБ розробників)

Робоча програма розглянута та схвалена на засіданні кафедри  
Протокол № 1/44 від «26» \_\_08\_\_ 2024 р.

**Завідувач кафедри ТМтаМ**

д.т.н., професор  
(науковий ступінь, вчене звання)

«26» \_\_08\_\_ 2024 року



(підпис)

**Діана ГЛУШКОВА**  
(ПІБ завідувача кафедри)

**Погоджено**

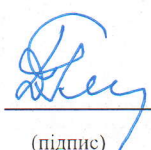
**Гарант освітньої програми**

Завідувач кафедри ТМтаМ,

д.т.н., професор

\_(посада, науковий ступінь, вчене звання)\_

«26» \_\_08\_\_ 2024 року



(підпис)

**Діана ГЛУШКОВА**  
(прізвище та ініціали)

**Декан** \_\_\_\_\_ механічного факультету

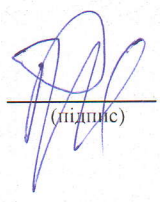
(повна назва факультету, де читається дисципліна)

к.т.н., професор

(наук. ступінь, вчене звання)

“ ”

2024 року



(підпис)

Олександр ЄФИМЕНКО

(прізвище та ініціали)