



# Механічні властивості матеріалів

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>132 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Матеріалознавство</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен/домашня контрольна робота/розрахункова графічна робота</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., асистент Соловйова Тетяна Олександрівна, e-mail: <a href="mailto:tsolov_1@ukr.net">tsolov_1@ukr.net</a></i> Лабораторні: <i>к.т.н., асистент Соловйова Тетяна Олександрівна, e-mail: <a href="mailto:tsolov_1@ukr.net">tsolov_1@ukr.net</a></i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/c/Mzg4ODM4MDQ4NTQ1?cjc=445b6pg">https://classroom.google.com/c/Mzg4ODM4MDQ4NTQ1?cjc=445b6pg</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Лекційний курс «Механічні властивості матеріалів» розроблений таким чином, щоб розглянути механічну поведінку матеріалів з залежності від його природи матеріалу, напружено-деформованого стану та умов випробувань, щоб максимально дати студентам базові навички визначення основних механічних характеристик матеріалів та пояснення механічної поведінки матеріалів різної природи на атомному, мікро- та макрорівнях.

Предмет навчальної дисципліни «Механічні властивості матеріалів» – основні закономірності механічної поведінки різного роду матеріалів та конструкцій і вплив на неї різних факторів: атомно-кристалічної будови, структури, методу отримання, виду навантаження, навколишнього середовища, тощо.

**Метою навчальної дисципліни** – є навчити студентів експериментально визначати, теоретично аналізувати та прогнозувати фізико-механічні властивості матеріалів, в залежності від їх хімічного складу, природи хімічного зв'язку, атомарної та мікроструктури, напружено-деформованого стану та оцінювати поведінку матеріалів під дією зовнішніх навантажень.

Формування у студентів компетентностей у відповідності до ОПП:

- K33 Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями
- K35 Здатність приймати обґрунтовані рішення
- KС5 Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних матеріалознавчих проблем
- K37 Здатність використання інформаційних і комунікаційних технологій
- K310 Здатність працювати автономно.

- КС7 Здатність застосовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки діяльності в сфері матеріалознавства.
- КС8 Здатність застосовувати знання і розуміння міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів у професійній діяльності.
- КС10 Здатність застосовувати навички роботи із випробувальним устаткуванням для вирішення матеріалознавчих завдань
- КС12 Здатність виконувати дослідницькі роботи в галузі матеріалознавства, обробляти та аналізувати результати експериментів
- КС14 Здатність дотримуватись професійних і етичних стандартів.

#### **Програмні результати навчання:**

- ПРН19 Обирати і застосовувати придатні типові методи досліджень (аналітичні, розрахункові, моделювання, експериментальні); правильно інтерпретувати результати таких досліджень та робити висновки.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Дисципліни, знання з яких необхідні для вивчення кредитного модуля «Механічні властивості матеріалів»: фізика, хімія, фізична хімія, кристалографія, кристалохімія, фізика конденсованого стану.

Знання, що студент отримує під час вивчення дисципліни «Механічні властивості матеріалів» необхідні для поглибленого вивчення таких дисциплін: «Термічна обробка металів та сплавів», «Стандартизація, метрологія та контроль якості продукції», «Матеріалознавство тугоплавких та композиційних матеріалів 3. Композиційні матеріали», «Проектування конструкцій з порошкових композиційних матеріалів».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1.** Загальні поняття із механічних властивостей

Тема 1.1 Дефекти кристалічної ґратки.

Тема 1.2 Напружений і деформований стан матеріалів

Тема 1.3 Механічні випробування матеріалів

### **Розділ 2.** Пружна деформація.

Тема 2.1 Пружні властивості матеріалів

Тема 2.2 Непружні властивості матеріалів

### **Розділ 3.** Пластична деформація.

Тема 3.1 Пластичність матеріалів

Тема 3.2 Деформаційне зміцнення матеріалів

Тема 3.3 Руйнування матеріалів

### **Розділ 4.** Статичні методи випробувань.

Тема 4.1 Твердість матеріалів та методики її визначення

Тема 4.2 Випробування на міцність

Тема 4.3 Механічні властивості композиційних матеріалів

### **Розділ 5.** Динамічні випробування.

Тема 5.1 Динамічні випробування.

### **Розділ 6.** Високотемпературні випробування.

Тема 6.1 Жароміцність матеріалів

### **Розділ 7.** Циклічні випробування.

Тема 7.1 Втомна міцність.

## Розділ 8. Конструкційна міцність матеріалів.

### Тема 8.1 Конструкційна міцність матеріалів

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Базова література

1. Структура и прочность порошковых материалов / Под ред. С. А. Фирстова, М. Шлесара. – К. : Наукова думка, 1993. – 174 с.
2. Андриевский, Р. А. Прочность тугоплавких соединений и материалов на их основе : справочник / Р. А. Андриевский, И. И. Спивак. – Челябинск : Metallurgiya, 1989. – 367 с.
3. Владимиров В. И. Физическая природа разрушения металлов / В. И. Владимиров. – М. : Metallurgiya, 1984. – 280 с.
4. Костин П. П. Физико-механические испытания металлов, сплавов и неметаллических материалов / П. П. Костин. – М. : Машиностроение, 1990. – 256 с.
5. Фомина О. Н. Порошковая металлургия. Энциклопедия международных стандартов / О. Н. Фомина, С. Н. Суворова, Я. М. Турецкий – М. : ИПК Издательство стандартов, 1999. – 312 с.

##### Допоміжна література

1. Трефилов В. И. Физические основы прочности и пластичности тугоплавких металлов / В. И. Трефилов, Ю. В. Мильман, С. А. Фирстов. – Киев: Наукова думка, 1975. – 315 с.
2. Орован Е. Классическая дислокационная теория хрупкого разрушения / Е. Орован. – М. : Metallurgiya, 1963. – 170 с.
3. Черепанов Г. П. Механика хрупкого разрушения / Г. П. Черепанов. – М. : Наука, 1974. – 640 с.

Примірники основної навчальної літератури доступні студентам з фондів НТБ та з інтернет-ресурсів, а також знаходяться на Googledиску викладача за посиланням <https://bit.ly/3y0X2iM> (файли надаватимуться).

#### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

**Заняття 1.** Вступ. Предмет розгляду вчення про механічні властивості матеріалів. Історичні відомості. Багаторівневий аналіз механічної поведінки матеріалів.

Література: [1] стор. 5-7; [2] стор. 3-10; [3] стор. 3-14.

*Видача завдання на домашню контрольну роботу.*

*Видача завдання на розрахункову графічну роботу.*

**Заняття 2.** Дефекти кристалічної будови матеріалів.

**Заняття 3.** Дислокаційна структура кристалу. Основні властивості дислокацій. Геометричні характеристики дислокацій. Знак дислокацій. Дислокаційні петлі. Рух дислокацій. Сила, що діє на дислокацію. Дислокаційна структура кристалу. Розмноження дислокацій. Джерело Франка-Ріда. Подвійне поперечне ковзання.

Література: [1] стор. 50-65; [2] стор. 72-83; [3] стор. 225-230.

**Заняття 4.** Механічні випробування матеріалів.

Види механічних випробувань. Техніка механічних випробувань. Зразки для механічних випробувань. Первісна діаграма навантаження-подовження. Умовна діаграма напруження - відносна деформація. Механічні характеристики, що визначаються при випробуванні матеріалів на розтяг. Діаграма розтягу.

Література: [2] стор. 25-43; [3], [4] стор. 10-65.

**Заняття 5.** Механічні характеристики матеріалу. Вплив різних факторів на механічні властивості матеріалів. Типові діаграми розтягування різних матеріалів. Розрахунок на міцність при розтягу (стиску). Умови міцності і жорсткості.

Модульна контрольна робота №1.

Література: [2] стор. 25-43; [3], [4] стор. 10-65.

**Заняття 6.** Критерії руйнування матеріалів. Загальні відомості про руйнування матеріалів. Енергетичний критерій руйнування. Критерій Грифітса. Силовий критерій руйнування. Тріщиностійкість матеріалу.

### Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять: підтвердження теоретичних знань, оволодіння практичними навичками дослідження фізичних властивостей матеріалів.

№ з/п	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд.год.
1	<b>Лабораторна робота №1</b> Визначення основних механічних характеристик матеріалів при випробуваннях на розтягування	4
2	<b>Лабораторна робота №2</b> Дослідження впливу зеренної структури на механічні властивості матеріалів	4
Всього		8

### 6. Самостійна робота студента

Індивідуальне завдання:

Написання однієї домашньої контрольної роботи (ДКР). – 10 год.

По дисципліні передбачається виконання однієї розрахунково-графічної роботи (РГР), основною ціллю яких є закріплення знань та умінь студентів по розрахунку механічних характеристик матеріалів та конструкцій. Тематика розрахунково-графічної роботи спрямована на розрахунок механічних характеристик (межі міцності, модуля пружності та ін.) однофазних, композиційних матеріалів та конструкцій.

Виконання розрахункової графічної роботи (РГР) – 10 год.

Підготовка звіту та до захисту лабораторних робіт – 8 год.

Підготовка до екзамену – 30 год.

Самостійне опрацювання матеріалу по темах (72год.):

#### Розділ 1. Загальні поняття із механічних властивостей

Тема 1.2 Напружений і деформований стан матеріалів

Література: [1] стор. 55-70; стор. 114-130; [2], [3] стор. 142-160.

#### Розділ 2. Пружна деформація.

Тема 2.1 Пружні властивості матеріалів

Тема 2.2 Непружні властивості матеріалів

Література: [1] стор. 25-55; стор. 82-130; [2], [3] стор. 122-142.

#### Розділ 3. Пластична деформація.

Тема 3.2 Деформаційне зміцнення матеріалів

Література: [1] стор. 152-170; [2]; [3] стор. 206-230; [5].

#### Розділ 4. Статичні методи випробувань.

Тема 4.1 Твердість матеріалів та методики її визначення

Тема 4.2 Випробування на міцність

Тема 4.3 Механічні властивості композиційних матеріалів

Література: [1] стор. 78-82, [4].

#### Розділ 5. Динамічні випробування.

Тема 5.1 Динамічні випробування.

#### Розділ 6. Високотемпературні випробування.

Тема 6.1 Жароміцність матеріалів

Література: [1] стор. 149-156; [2] стор. 146-121.

## Розділ 7. Циклічні випробування.

Тема 7.1 Втомна міцність.

## Розділ 8. Конструкційна міцність матеріалів.

Тема 8.1 Конструкційна міцність матеріалів

Література: [3] стор. 261-292; [5].

### Політика та контроль

#### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- Опрацювання матеріалу по всіх темах лекційних та практичних занять є обов'язковою.
- Під час усіх видів аудиторних занять забороняється використання мобільних телефонів у звуковому режимі, дозволяється обмежене використання для виконання завдань або пошуку додаткової інформації.
- Результати виконаних лабораторних робіт оформлюються у вигляді протоколів, надрукованих або написаних рід руки.
- Заохочувальні бали можуть бути призначені за особливі успіхи у навчанні – переважно використання методик оптимального вибору для розв'язання реальних завдань за тематикою наукових досліджень. Сумарна кількість заохочувальних балів може складати від 1 до 5 балів.
- Політикою дедлайнів передбачається необхідність своєчасного виконання завдань. Усі письмові документи мають бути захищені до закінчення теоретичного навчання в семестрі.
- Усі учасники освітнього процесу: викладачі і студенти в процесі роботи і вивчення дисципліни мають керуватись принципами академічної доброчесності, передбаченими «Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»» <https://kpi.ua/code>.

#### 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

*Рейтингова система оцінювання складається з двох складових: стартової – оцінювання навчальної діяльності здобувача впродовж семестру (виконання лабораторних робіт та написання домашньої контрольної роботи) та підсумкової – оцінювання результатів навчальної діяльності здобувача під час проведення семестрового контролю(екзамену).*

Рейтингова оцінка ( $R_D$ ) з кредитного модуля розраховується, як сума балів поточного контролю ( $r_c$ ) та балів за семестровий контроль(екзамен) ( $r_e$ ):

$$R_D = r_n + r_e,$$

$r_n$  – поточний контроль (стартовий рейтинг),  $r_e$  – семестровий контроль (екзамен).

$$R_D = 2 \cdot LP + ДКР + РГР + r_e = 2 \cdot 10 + 15 + 15 + 50 = 100,$$

де LP - бали за виконання та захист лабораторної роботи; ДКР – бали за виконання домашньої контрольної роботи; РГР – бали за виконання розрахункової графічної роботи.

За 1 лабораторну роботу студент може отримати 10 балів.

За ДКР студент може отримати 15 балів. Домашня контрольна робота складається з 2-х питань.

За РГР студент може отримати 15 балів.

За екзамен студент може отримати 50 балів.

**Екзаменаційна робота** (Виходячи з розміру шкали  $r_e = 50$  балів)

На екзамені студенти відповідають на питання усно або виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних та одне практичне питання. Кожне теоретичне питання оцінюється у 20 балів, практичне – 10 балів.

#### Критерії екзаменаційного оцінювання

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) - 18-20 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) - 14-17 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 12-13 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання практичного запитання:

- «відмінно», повне безпомилкове виконання завдання – 9-10 балів;
- «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 7-8 балів;
- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 6 балів;
- «незадовільно», завдання не виконане – 0 балів.

Сума балів поточного контролю ( $r_n$ ) і балів за екзамен ( $r_e$ ) сумуються і переводиться до рейтингової оцінки ( $R_D$ ) згідно з таблицею:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

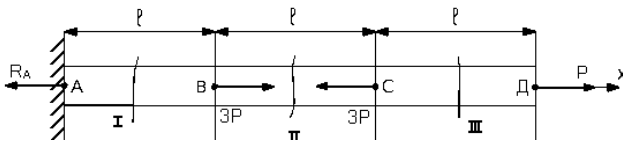
Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Мінімальний рівень позитивної семестрової оцінки становить 30 балів (розраховується, як 60 % від стартового балу, який за 100-бальною оцінкою складає 50 балів).

### 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

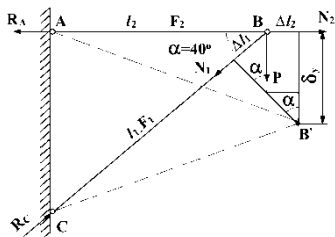
Приклад завдання РГР:

Дано:  $P=20\text{кН}$ , матеріал Сталь Ст3,  $\ell = 50\text{см}$ ,  $E = 2 \cdot 10^5 \text{МПа}$ ,  $[\sigma] = 160\text{МПа}$ . Визначити діаметр стержня.



2. Дано:  $\ell_2 = 2,5\text{м}$ ,  $\alpha = 35^\circ$ ,  $P = 100\text{кН}$ , матеріал: Сталь ст.3,  $E = 2 \cdot 10^5 \text{МПа}$ ;  $[\sigma] = 160\text{МПа}$ .

Визначити: розміри поперечних перерізів стержнів  $F_1, F_2$ .



**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

Складено асистентом кафедри ВТМ та ПМ, к.т.н. Соловйовою Т.О.

Ухвалено кафедрою ВТМ та ПМ(протокол № \_\_\_ від \_\_\_\_\_)

Погоджено Методичною комісією ІМЗ ім. Є. О. Патона (протокол № \_\_\_ від \_\_\_\_\_)