

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра Комп'ютерне моделювання та інтегровані технології обробки тиском

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Завідувач кафедри «Комп'ютерне моделювання та інтегровані технології обробки тиском»

Віталій ЧУХЛІБ  
(підпис)

«20» червня 2023 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Теорія обробки металів тиском  
( назва навчальної дисципліни )

рівень вищої освіти перший (бакалавр)  
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

галузь знань 13 Механічна інженерія  
(шифр і назва )

спеціальність 131 Прикладна механіка  
(шифр і назва )

освітня програма «Прикладна механіка»  
(назви освітніх програм спеціальностей )

вид дисципліни професійна підготовка; вибіркова  
(загальна підготовка / професійна підготовка; обов'язкова/вибіркова)

форма навчання денна  
(денна / заочна/дистанційна)

Харків – 2023 рік

## ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни Теорія обробки металів тиском

Розробники:

Завідувач кафедри, професор  
(посада, науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Віталій ЧУХЛІБ  
(ініціали та прізвище)

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

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ініціали та прізвище)

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри

«Комп'ютерне моделювання та інтегровані технології обробки тиском»

(назва кафедри)

Протокол від «20» червня 2023 року № 28

Завідувач кафедри КМІТ  
(назва кафедри)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Віталій ЧУХЛІБ  
(ініціали та прізвище)

## ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Шифр та назва освітньої програми	ПІБ Гаранта ОП	Підпис, дата
«Прикладна механіка»	Микола Вікторович ПРОКОПЕНКО	

Голова групи забезпечення  
спеціальності \_\_\_\_\_

Олександр ПЕРМЯКОВ

(підпис, ПІБ)

20 червня 2023 року



## **МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ТА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Метою викладання навчальної дисципліни «Теорія обробки металів тиском» полягає у тому, щоб навчити студентів аналізувати процеси обробки, прогнозувати особливості їх протікання та дати уявлення про їх удосконалення.

**Компетентності:** ЗК01 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ЗК02 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

ЗК03 Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми

ЗК07 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

ЗК09 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій

ЗК10 Навички здійснення безпечної діяльності

ЗК12 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел

ЗК13 Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт

ФК01 Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.

ФК05 Здатність використовувати аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість в процесі статичного та динамічного навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин

ФК07 Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки

ФК09 Здатність представлення результатів своєї інженерної діяльності з дотриманням загальноприйнятих норм і стандартів

ФКс8.01 Здатність визначати напружено-деформований стан та описувати формозміну процесів обробки металів тиском, аналізувати умови переходу у перший та другий граничний стан. Готовність ставити та вирішувати задачі аналізу пластичного плину металів на базі основних законів пластичної деформації

ФКс8.02 Здатність до роботи з сучасним програмним забезпеченням та його використанню у науково-технічній діяльності за фахом. Готовність працювати з мережевими інформаційними ресурсами науково-технічного спрямування та електронними бібліотеками у межах сфери професійних інтересів.

**Результати навчання:** РН01 Вибирати та застосовувати для розв'язання задач прикладної механіки придатні математичні методи

РН03 Виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість,

довговічність, жорсткість деталей машин

PH04 Оцінювати надійність деталей і конструкцій машин в процесі статичного та динамічного навантаження

PH05 Виконувати геометричне моделювання деталей, механізмів і конструкцій у вигляді просторових моделей і проекційних зображень та оформлювати результат у виді технічних і робочих креслень

PH06 Створювати і теоретично обґрунтовувати конструкції машин, механізмів та їх елементів на основі методів прикладної механіки, загальних принципів конструювання, теорії взаємозамінності, стандартних методик розрахунку деталей машин

PH07 Застосовувати нормативні та довідкові дані для контролю відповідності технічної документації, виробів і технологій стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам

PH08 Знати і розуміти основи інформаційних технологій, програмування, практично використовувати прикладне програмне забезпечення для виконання інженерних розрахунків, обробки інформації та результатів експериментальних досліджень

PH10 Знати конструкції, методики вибору і розрахунку, основи обслуговування і експлуатації приводів верстатного і робототехнічного обладнання;

PH11 Розуміти принципи роботи систем автоматизованого керування технологічним обладнанням, зокрема мікропроцесорних, вибирати та використовувати оптимальні засоби автоматизації.

ПРН8.01 Знати конструкції, методики вибору і розрахунку, основи обслуговування і експлуатації станів для виробництва гнутих профілів.

### **Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни**

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на:	На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються:
Основи інформатика	Виробництво гнутих профілів
Основи моделювання процесів в обробці тиском	Деталі машин
	Технологія листового штампування
	Технологія кування

## ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг (годин) / кредитів ECTS	З них		За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні завдання студентів (КП, КР, РГ, Р, РЕ)	Поточний контроль	Семестровий контроль	
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Контрольні роботи (кількість робіт)	Залік
<b>1</b> (прискорений)	<b>150/5</b>	<b>64</b>	<b>86</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>Р</b>	<b>2</b>	<b>+</b>	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 43(54) %

## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
1	2	3	4	5
			Змістовий модуль № 1. Основи механіки суцільного середовища, деформований та напружений стан, фізичні основи обробки металів тиском	
1	Л ЛР ПЗ СР	4 2 2 12	<u>Тема 1.</u> Основи механіки суцільного середовища Питання 1. Загальні уявлення про деформацію. Питання 2. Моделі суцільного середовища.	1-22
2	Л ЛР ПЗ СР	5 3 3 13	<u>Тема 2.</u> Деформований стан Питання 1. Змінні Ейлера і Лагранжа. Поняття деформації. Показники деформації. Питання 2. Рівняння Коші. Питання 3. Тензорні характеристики деформації. Питання 4. Закон сталості об'єму. Умови сумісності деформацій. Питання 5. Поле переміщень. Поле швидкостей. Швидкість деформації. Схема деформації. Граничні умови.	1-26
3	Л ЛР ПЗ СР	4 2 2 12	<u>Тема 3.</u> Напружений стан Питання 1. Тензор та девіатор напружень, інваріанти тензора напружень. Інтенсивність напружень. Питання 2. Головні напруження. Головні дотичні напруження. Схеми напружень. Рівняння зв'язку між напруженнями та деформаціями. Механічна схема деформації. Питання 3. Плоскі задачі ТОМТ. Коло Мора для напружень. Питання 4. Рівняння руху та рівноваги. Статичні граничні умови.	1-22
4	Л ЛР ПЗ СР	5 2 2 11	<u>Тема 4.</u> Фізичні основи обробки металів тиском Питання 1. Побудова металів і сплавів. Фаза, структура, кристал. Монокристал та полікристал. Фізична анізотропія. Дислокації. Рух дислокацій. Двовимірні дефекти. Тривимірні дефекти. Питання 2. Холодна пластична деформація монокристалів. Моделі деформації досконалих	1-26



			<p>кристалів. Дислокаційна модель деформації монокристалів.</p> <p>Питання 3. Холодна пластична деформація полікристалічних металів. Внутрішньокристалічна і міжкристалічна деформація. Напруження текучості полікристалічного металу. Вплив холодної пластичної деформації на структуру металів.</p> <p>Механізм зміцнення полікристалічних металів.</p> <p>Вплив зміцнення на характер деформації. Тепловий ефект деформації.</p> <p>Питання 4. Пластична деформація за умов різних температурно-швидкісних режимів. Нагрівання та знеміцнення деформованих металів. Змінення структури, механічних та фізичних властивостей металів під впливом повернення та рекристалізації.</p> <p>Динамічне повернення і рекристалізація. Волокниста і строката структури. Вплив укову на механічні властивості. Анізотропія механічних властивостей.</p>	
			Змістовий модуль № 2. Граничні стани, контактне тертя в ОМТ, основні закони пластичної деформації	
5	Л ЛР ПЗ СР	4 3 3 13	<p><u>Тема 1.</u></p> <p>Граничні стани</p> <p>Питання 1. Перший та другий граничні стани. Межа плину. Фізична та умовна межа плину.</p> <p>Питання 2. Умова пластичності Треска-Сен-Венана.</p> <p>Питання 3. Умова пластичності Губера-Мізеса.</p> <p>Питання 4. Геометричне тлумачення умов пластичності Треска-Сен-Венана та Губера-Мізеса.</p> <p>Контур пластичності. Умови пластичності Треска-Сен-Венана та Губера-Мізеса для різних схем напружено-деформованого стану. Коефіцієнт Лоде та стала пластичності.</p> <p>Питання 5. Пластична деформація та зміцнення.</p> <p>Діаграми дійсних напружень.</p> <p>Питання 6. Другий граничний стан в ОМТ.</p> <p>Деформованість. Діаграми пластичності. Ступінь використання ресурсу пластичності. Умова деформованості без руйнування.</p>	1-22
6	Л ЛР ПЗ СР	5 2 2 13	<p><u>Тема 2.</u></p> <p>Контактне тертя в ОМТ</p> <p>Питання 1. Тертя як процес взаємодії інструмента з заготовкою. Контактне дотичне напруження.</p> <p>Особливості тертя в процесах ОМТ.</p> <p>Питання 2. Сухе, гідродинамічне, граничне тертя.</p> <p>Граничні умови на контактних поверхнях. Формули Ньютона, Амонтона-Кулона та Зібеля.</p> <p>Питання 3. Основні фактори, які впливають на контактне тертя. Ізотропне та анізотропне тертя.</p> <p>Використання активного тертя в процесах ОМТ.</p> <p>Питання 4. Мастила, які використовуються в ОМТ.</p> <p>Основні вимоги к ним та їх властивості.</p>	1-26

7	Л ЛР ПЗ СР	5 2 2 12	<p><u>Тема 3.</u></p> <p>Основні закони пластичної деформації</p> <p>Питання 1. Закон найменшого спротиву. Принцип найменшого периметру при стисканні.</p> <p>Питання 2. Принцип мінімуму повної енергії деформації та його використання для якісного та кількісного опису течії металу в різних процесах ОМТ.</p> <p>Питання 3. Поверхні розділу швидкостей течії. Кінематично можливі напрями течії. Напрямки найменшого спротиву та напрямки абсолютно найменшого спротиву.</p> <p>Питання 4. Нерівномірність деформації, додаткові та залишкові напруження. Рівномірна та нерівномірна деформація. Вплив геометричних та фізичних факторів на нерівномірність деформації.</p> <p>Питання 5. Кількісна оцінка нерівномірності деформації. Закон нерівномірності деформації і додаткових напружень. Вплив нерівномірності деформації, додаткових та залишкових напружень на характер деформації. Способи зниження нерівномірності деформації.</p> <p>Питання 6. Закон подібності та моделювання процесів ОМТ. Геометрична і фізична подібність. Коефіцієнти невідповідності фізичної подібності.</p> <p>Питання 7. Основні напрямки моделювання процесів ОМТ та його практичне значення. Планування експериментальних досліджень процесів ОМТ на основі теорії та критерії подібності. Представлення результатів теоретичного аналізу у критеріальній формі</p>	1-26
Разом (годин)		150		

## САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	15
2	Підготовка до лабораторних, семінарських занять	28
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	17
4	Виконання індивідуального завдання	14
5	Інші види самостійної роботи	12
	Разом	86

## ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Розрахункове завдання  
(вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1	Розробка технології гарячого осаджування поковки із сталевих заготовки	16

## МЕТОДИ НАВЧАННЯ

На лекційних заняттях викладання матеріалу здійснюється в усній формі із записом основних положень лекції у конспект. Для демонстрації презентацій застосовується медіапроектор та комп'ютер.

Призначення практичних занять полягає в поглибленні опрацювання теоретичного матеріалу. При підготовці до практичних занять студентам рекомендується ознайомитися з тематикою заняття, прочитати конспект лекцій на задану тему, ознайомитися з рекомендованою літературою. Практичні заняття розвивають у студентів навички самостійної роботи з вирішення конкретних завдань.

Лабораторні заняття являють собою одну з форм освоєння теоретичного матеріалу з одночасним формуванням практичних навичок. Проведення лабораторних занять припускає вивчення теоретичного матеріалу за темою заняття; виконання необхідних розрахунків і експериментів; оформлення звіту.

Самостійна робота здійснюється з метою засвоєння та відпрацювання навчального матеріалу, формування у студентів самостійності, здатності до підготовки до майбутніх занять та контролів. Самостійна робота забезпечується підручниками, навчально-методичними посібниками, конспектами лекцій та методичними вказівками. Умовно самостійну роботу можна розділити на базову, яка забезпечує підготовку студента до аудиторних занять та контрольних заходів, та додаткову, яка спрямована на закріплення знань та розвиток аналітичних навичок. Раціональне планування та організація самостійної роботи є важливою умовою її ефективності.

1. Пояснювально-ілюстративний метод – студенти отримують знання на лекціях, з учбово-методичної літератури у «готовому» вигляді.

2. Репродуктивний метод – застосування вивченого на основі зразка або правила, діяльність студентів носить алгоритмічний характер.

3. Метод проблемного викладання – використання постановки проблеми, формулювання пізнавальної задачі, розкриття системи доказів, порівняння різних підходів для демонстрації способу вирішення задачі.

## МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Методами контролю у викладанні навчальної дисципліни є усний та письмовий контроль під час проведення поточного та семестрового контролю.

Поточний контроль реалізується у формі опитування, виконання та захист звітів по самостійним роботам, проведення поточних контрольних робіт.

Контроль складової робочої програми, яка освоюється під час самостійної роботи студента, проводиться:

- з лекційного матеріалу – шляхом перевірки конспектів;
- з практичних занять – за допомогою перевірки контрольних робіт за окремими темами,
- з кожної лабораторної роботи проводиться контроль (перевіряється зміст звіту та засвоєння теоретичного матеріалу).

Семестровий контроль проводиться у формі заліку відповідно до навчального плану в обсязі навчального матеріалу, визначеного навчальною програмою та у терміни, встановлені навчальним планом.

Результати поточного контролю враховуються як допоміжна інформація для виставлення оцінки з даної дисципліни.

Студент вважається допущеним до семестрового заліку з навчальної дисципліни за умови повного відпрацювання усіх лабораторних, самостійних робіт, передбачених навчальною програмою з дисципліни.

Контроль знань та умінь студентів здійснюється у формі поточного та підсумкового контролю. Оцінювання рівня знань студентів проводиться за модульно-рейтинговою системою. Поточний контроль включає контроль знань, умінь та навичок студентів на лекціях, лабораторних заняттях та під час виконання курсової роботи та модульних контрольних робіт. Підсумковий контроль проводиться у формі заліку.

**РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ, ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ  
ЗНАНЬ ТА УМІНЬ (НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS)**

Таблиця 1 – Розподіл балів для оцінювання успішності студента для заліку

Контрольні роботи	Розрахункове завдання	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Залік	Сума
20	20	20	20	20	100

Таблиця 2 – Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	відмінно
82-89	B	добре
75-81	C	
64-74	D	задовільно
60-63	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

Базова література

1. Афтанділянц Є.Г., Зазимко О. В., Лопатько К.Г. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Частина 1. Металургія. Видавничий центр НАУ, 2005р.-с. 115.
2. Технологія обробки металів і сплавів тиском / Є.Г. Афтанділянц, О.В. Зазимко, Г.М. Похиленко // 2020.
3. Афтанділянц Є.Г., Зазимко О. В., Лопатько К.Г. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Частина 2. Металознавство. Видавничий центр НАУ, 2006 р.-с. 386.
4. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Підручник. /Опальчук А.С., Афтанділянц Є.Г., Клендій М.Б., Роговський Л.Л., Семеновський О.Є.// Ніжин.: ТОВ "Видавництво "Аспект-Поліграф"".2011. - 792с.
5. Калюжний В.Л., Калюжний О.В. Інтенсифікація листового штампування. Формоутворюючі процеси / В.Л. Калюжний, О.В. Калюжний // Київ: НТУУ «КПІ» Вид-во «Політехніка». 2016. 300 с.
6. Калюжний О.В., Калюжний В.Л. Інтенсифікація формоутворюючих процесів холодного листового штампування / О.В. Калюжний, В.Л. Калюжний. – К: ТОВ «Сік Груп Україна», 2015. 292 с.
7. Калюжний О.В. Холодне видавлювання порожнистих і стержневих виробів / О.В. Калюжний, В.Л. Калюжний. Київ. КИТ. 2020. 248 с.
8. Metal pressure processing Introduction (3rd Edition) General Higher Education second five planning materials / LI SHENG ZHI . LI LONG XU // 2014.
9. Афтанділянц Є.Г., Зазимко О.В., Лопатько К.Г. Матеріалознавство: Підручник Херсон: Олді Плюс, 2013.- с 548.
10. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів/ А.С. Опальчук, Афтанділянц Є.Г., Роговський Л.Л., Семеновський О.Є.// Ніжин, ПП Лисенко М.М., 2013р. - 752с
11. Практикум з матеріалознавства. Навчальний посібник / Котречко О. О. Зазимко, К.Г. Лопатько, Є.Г. Афтанділянц, В. В. Гнилокурченко.// Херсон: Олді Плюс, 2013.-с. 500
12. Halmos G. T. Roll Forming Handbook / G. T. Halmos. – Boca Raton: Taylor&Francis, 2006. – 583 p.
13. A Ghosh and A K Mallik, Manufacturing Science, Wiley Eastern, 1986.
14. P Rao, Manufacturing Technology: Foundry, Forming And Welding, Tata McGraw Hill, 2008.
15. M.P. Groover, Introduction to manufacturing processes, John Wiley & Sons, 2012.
16. J S Campbell, Principles Of Manufacturing Materials And Processes, Tata McGraw Hill, 1995.
17. P C Pandey and C K Singh, Production Engineering Sciences, Standard



Publishers Ltd., 2003.

18. S Kalpakjian and S R Schmid, Manufacturing Processes for Engineering Materials, Pearson education, 2009.

19. E. Paul Degarmo, J T Black, Ronald A Kohser, Materials and processes in manufacturing, John wiley and sons, 8th edition, 1999.

20. Технологічні процеси за фахом. Кування і штампування : навчальний посібник / В. В. Кухар, Б. С. Каргін, О. С. Аніщенко, С. Б. Каргін, А. Г. Присяжний. – Маріуполь : ПДТУ, 2017. – 144 с.

21. Боков В. М. Конструювання та виготовлення штамів. Практикум: Навчальний посібник [Текст] / В. М. Боков. – Кіровоград: Поліграфічно-видавничий ТОВ «Імекс–ЛТД», 2005. – 132 с.

22. Швець С. В. Штами та прес-форми, конструювання та технологія виготовлення : навч. посіб. [Текст] / С. В. Швець, Л. М. Седінкін. – Суми : Вид-во СумДУ, 2005. – 118 с.

#### Допоміжна література

21. Сологуб М.А., Рожнецький І.О., Некоз О.І. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство. К. Техніка, 2002. – с. 374.

22. Попович В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Книга І. Львів. 2000.-с.264.

23. Попович В., Голубець В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Книга ІІ. Суми. Університетська книга, 2002.-с.259.

24. Боков В. М. Конструювання та виготовлення штамів. Проектування розділових штамів: Навчальний посібник. [Текст] / В. М. Боков. – Кіровоград: Поліграфічно-видавничий ТОВ «Імекс–ЛТД», 2006. – 274 с.

25. Технологія кування [Текст] / Л. М. Соколов, І. С. Алієв, О. Є. Марков, Л. І. Алієва. – Краматорськ: ДДМА, 2011. – 268 с.

26. Taylan Altan. Cold and Hot Forging: Fundamentals and Applications [Текст] / Taylan Altan, Gracious Ngaile, Gangshu Shen. – OH: ASM International, 2005. – 341 с.

#### ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

1. <http://repository.kpi.kharkov.ua/>