



## Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



# Дослідження технології процесів кування

Шифр та назва спеціальності  
131 - Прикладна механіка

Інститут  
ННІ Механічної інженерії і транспорту

Освітня програма  
Прикладна механіка

Кафедра  
Комп'ютерне моделювання та інтегровані та інтегровані технології обробки тиском (141)

Рівень освіти  
Магістр

Тип дисципліни  
Профільна підготовка

Семестр  
3

Мова викладання  
Українська

## Викладачі, розробники



### Чухліб Віталій Леонідович

[vitalii.chuhlib@khpі.edu.ua](mailto:vitalii.chuhlib@khpі.edu.ua)

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерне моделювання та інтегровані технології обробки тиском НТУ "ХПІ"

Автор та співавтор понад 90 наукових та методичних публікацій.  
Курси: «Вступ до фаху. Ознайомча практика», «Теорія обробки металів тиском», «Технологія кування», «Дослідження технології процесів кування», «Сучасні методи наукових досліджень в обробці тиском».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Курс "Дослідження технології процесів кування" спрямований на вивчення технологічних аспектів виробництва виробів шляхом кування. Студенти отримають загальні знання про різноманітні методи кування, властивості матеріалів, які використовуються у процесі, та основні принципи формування металевих виробів. Курс розглядає різні аспекти кування, включаючи теми, пов'язані з тепловою обробкою, механічною обробкою та якістю виробів..

### Мета та цілі дисципліни

Навчити студентів поняття про принцип дії та класифікацію, структуру механізмів, кінематичний аналіз головних виконуючих механізмів, елементи силового розрахунку, енергетику, системи включення кривошипних ковальсько-штампувальних машин, основи дослідження процесів кування.

## Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації. Індивідуальне розрахункове-графічне завдання. Підсумковий контроль – іспит.

## Компетентності

- ЗК2. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ЗК3. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.
- ЗК4. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК9. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК10. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК11. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ФК1. Здатність застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування.
- ФК3. Застосування відповідних методів і ресурсів сучасної інженерії на основі інформаційних технологій для вирішення широкого кола інженерних задач із застосуванням новітніх підходів, методів прогнозування з усвідомленням інваріантності розв'язків.
- ФК4. Здатність критичного осмислення проблем у навчанні, професійній і дослідницькій діяльності на рівні новітніх досягнень інженерних наук та на межі предметних галузей.
- ФК6. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, інформаційні технології та прикладне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних і наукових завдань з прикладної механіки.
- ФК7. Здатність описати, класифікувати та змодельювати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук.
- ФК11. Здатність планувати і виконувати експериментальні дослідження, обробляти результати експерименту на основі використання сучасних інформаційних технологій та мікропроцесорної техніки, інтерпретувати результати натурних або модельних експериментів.

## Результати навчання

- РН1. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань.
- РН2. Розробляти і ставити на виробництво нові види продукції, зокрема виконувати дослідноконструкторські роботи та/або розробляти технологічне забезпечення процесу їх виготовлення.
- РН4. Використовувати сучасні методи оптимізації параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного та комп'ютерного моделювання, зокрема за умов неповної та суперечливої інформації.
- РН8. Оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах.
- РН10. Вести пошук необхідної інформації в науково-технічній літературі, електронних базах та інших джерелах, засвоювати, оцінювати та аналізувати цю інформацію.
- РН11. Планувати і виконувати експериментальні і теоретичні дослідження у сфері прикладної механіки, аналізувати їх результати, обґрунтовувати висновки.
- РН12. Продемонструвати вміння виконувати моделювання, статичний та динамічний аналізи конструкцій, механізмів, матеріалів та процесів на стадії проектування з використанням сучасних комп'ютерних систем.
- РН15. Продемонструвати знання структури, функціонування, технічного та програмного забезпечення інформаційно-вимірювальних комп'ютеризованих систем в машинобудівному виробництві.
- РН17. Продемонструвати знання організації, функціонування, технічного та програмного забезпечення інформаційно-вимірювальних комп'ютеризованих систем в наукових дослідженнях механічних систем та процесів.
- РН18. Продемонструвати знання та розуміння основ організації дослідницького (наукового) процесу.

## Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи - 16 год., самостійна робота – 72 год.

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: "Інноваційне підприємництво та управління стартап проектами", "Іноземна мова за професійним спрямуванням", "Інтелектуальна власність", "Сучасні технології в прикладній механіці", "Робочі процеси сучасних виробництв", "Методи обчислювальної математики в обробці тиском", "Моделювання та дизайн процесів, виробів, оснащення", "Сертифікація та метрологічне забезпечення якості", "Сучасні методи наукових досліджень в обробці тиском".

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Навчальним планом для студентів передбачена участь в лекціях, лабораторних заняттях, самостійне опрацювання лекційного матеріалу та тем лабораторних занять, самостійне вивчення питань, не викладених на лекційних заняттях. Протягом семестру студентам пропонується виконання контрольних робіт. Завершальним етапом вивчення дисципліни є здача екзамену. На лекційних заняттях викладання матеріалу здійснюється в усній формі із записом основних положень лекції у конспект. Для демонстрації презентацій застосовується медіа-проектор та комп'ютер.

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. Рациональне планування та організація самостійної роботи є важливою умовою її ефективності.

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 моделювань та креслень. Для досягнення мети навчання за планом робочої програми дисципліни реалізуються також наступні заходи:

- самостійне вивчення теоретичного матеріалу дисципліни з використанням Internet-ресурсів, методичних розробок, спеціальної навчальної та наукової літератури;
- закріплення теоретичного матеріалу на лабораторному практикумі, при виконанні завдання.

## Програма навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять

#### Тема 1. Вступ. Структура механізмів кривошипних КШМ.

Принцип дії ковальсько-штампувальних машин. Місце кривошипних машин у парку обладнання ковальських та листоштампувальних підприємств. Основні параметри ковальсько-штампувальних машин. Система стандартів на виготовлення і керування якістю обладнання. Історія та перспективи розвитку ковальсько-штампувального обладнання. Економічне значення і перспективи використання ковальсько-штампувальних машин при впровадженні маловідходних технологій.

#### Тема 2. Кінематичний аналіз головних виконуючих механізмів кривошипних ковальсько-штампувальних машин.

Кінематика кривошипно-повзунного механізму пресів з верхнім і нижнім приводом. Особливості кінематики дезаксіального (зміщеного) кривошипно - повзунного механізму. Рекомендовані значення коефіцієнтів шатуна та коефіцієнтів зміщення. Графіки змінювання путі, швидкості та прискорення повзуна в залежності від кута повороту головного вала.

#### Тема 3. Елементи силового розрахунку кривошипних ковальсько - штампувальних машин.

Сили і крутні моменти в ідеальному та реальному механізмах кривошипних КШМ. Миттєві коефіцієнти корисної дії (К.К.Д) головних виконуючих механізмів кривошипних КШМ. Розрахунок на міцність головних валів і зубчастих передач кривошипних машин. Номінальне зусилля кривошипних КШМ та графік зусиль на повзуні, допустимих міцністю основних деталей машини. Номінальний кут повороту головного вала та номінальний недохід повзуна машини до крайнього переднього (нижнього) положення.

#### **Тема 4. Енергетика кривошипних машин.**

Енергетичні можливості кривошипних машин. Коефіцієнт використання ходів. Типові графіки технологічних операцій. Жорсткість кривошипних машин. Побудова розрахункових навантажувальних графіків. Витрати енергії під час холостих ходів та на включення муфти. Вибір типу електродвигуна, визначення його розрахункової потужності. Визначення моменту інерції приводу.

#### **Тема 5. Системи включення кривошипних машин.**

Класифікація систем включення. Принципова схема електропневматичної системи включення. Класифікація муфт включення і гальм. Типові конструкції та робота муфт і гальм. Фрикційні матеріали. Розрахунок і проектування дискових фрикційних муфт включення. Рівняння виконуючих здібностей муфти включення. Визначення основних параметрів і ресурсу зношення фрикційних елементів. Визначення розмірів пневмокамери. Розрахунок відвідних пружин.

#### **Тема 6. Конструкції та особливості розрахунку кривошипних ковальсько - штампувальних машин різного технологічного призначення.**

Листоштампувальні преси. Преси простої дії. Призначення і конструкції подушок. Преси подвійної дії. Кінематичні схеми приводу внутрішнього і зовнішнього повзунів. Циклова діаграма роботи преса. Преси потрійної дії. Кривошипно-колінчасті преси. Призначення, конструкція основних деталей карбувальних пресів та пресів для холодного видавлювання. Проектування кривошипно-колінчастого механізму.

#### **Тема 7. Урівноваження кривошипних машин їх змашування та пристрої по техніці безпеки.**

Урівноваження головних виконавчих механізмів кривошипних ковальсько - штампувальних машин. Розрахункові динамічні моделі. Динамічні навантаження вузлів кривошипних машин. Системи централізованого та автоматичного консистентного і рідкого мащення механізмів кривошипних машин. Пристрої, які забезпечують безпеку праці на кривошипних ковальсько - штампувальних машинах.

### **Теми практичних занять**

Практичні заняття в рамках дисципліни не передбачені.

### **Теми лабораторних робіт**

#### **Тема 1. Визначення основних параметрів кривошипних КШМ.**

Аналіз та вимірювання основних параметрів кривошипних ковальсько-штампувальних машин, включаючи робочі характеристики та економічні показники..

#### **Тема 2. Кінематичний аналіз кривошипно-повзунного механізму.**

Кінематика кривошипно-повзунного механізму пресів з верхнім і нижнім приводом.

#### **Тема 3. Розрахунок силових параметрів кривошипних машин.**

Розрахунок сил та крутних моментів у механізмах КШМ.

#### **Тема 4. Визначення енергетичних характеристик кривошипних машин.**

Енергетичні можливості кривошипних машин, аналіз витрат енергії під час холостих ходів та на включення муфти.

#### **Тема 5. Розрахунок систем включення кривошипних машин.**

Класифікація систем включення та принципові схеми електропневматичних систем включення.

#### **Тема 6. Проектування кривошипно-колінчастого механізму.**

Конструкції кривошипно-колінчастих пресів.

#### **Тема 7. Урівноваження кривошипних машин та змашування.**

Методи урівноваження головних виконавчих механізмів кривошипних машин та системи їх змашування.

#### **Тема 8. Техніка безпеки при роботі з кривошипними машинами.**

Дотримання техніки безпеки при роботі на кривошипних ковальсько-штампувальних машинах.

## Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального розрахункового графічного завдання з розробки технологію осаджування заготовки. Результат розрахунків та моделювання оформлюється у письмовий звіт.

Студентам також рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення та аналізу.

## Література та навчальні матеріали

### Основна 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 штампів. Практикум: Навчальний посібник [Текст] / В. М. Боков. – Кіровоград: Поліграфічно- видавничий ТОВ «Імекс-ЛТД», 2005. – 132 с.
22. Швець С. В. Штampi та прес-форми, конструювання та технологія виготовлення : навч. посіб. [Текст] / С. В. Швець, Л. М. Седінкін. – Суми : Вид-во СумДУ, 2005. – 118 с.

### Додаткова література

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

24. Попович В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Книга I. Львів. 2000.- с.264.
25. Попович В., Голубець В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Книга II. Суми. Університетська книга, 2002.-с.259.
26. 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.
27. Технологія кування [Текст] / Л. М. Соколов, І. С. Алієв, О. Є. Марков, Л. І. Алієва. – Краматорськ: ДДМА, 2011. – 268 с.
28. Taylan Altan. Cold and Hot Forging: Fundamentals and Applications [Текст] / Taylan Altan, Gracious Ngaile, Gangshu Shen. – OH: ASM International, 2005. – 341 с.
29. <http://repository.kpi.kharkov.ua/>

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40%) та поточного оцінювання (60%).

Екзамен: письмове завдання (3 запитання) та усна доповідь.

Поточне оцінювання: розрахункове завдання (60%).

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено

20.06.2023 р. (Протокол №28)

Завідувач кафедри  
Віталій ЧУХЛІБ

Гарант ОП  
Геннадій ХАВІН