



## Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



# Дослідження технології процесів листового штампування

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; вибіркова

Семестр  
3

Мова викладання  
Українська

## Викладачі, розробники



### Юрченко Олександр Анатолійович

Oleksandr.Yurchenko@khpri.edu.ua

Кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, доцент, доцент кафедри комп'ютерне моделювання та інтегровані технології обробки тиском НТУ "ХПІ"

Автор та співавтор понад 40 наукових та методичних публікацій. Курси: «Технологія процесів листового штампування», «Сучасні технології в прикладній механіці», «Дослідження технології процесів листового штампування», «Експлуатація та обслуговування обладнання для обробки тиском», «Технології виготовлення інструменту та обладнання для обробки тиском».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

В рамках курсу розглядаються теоретичні та експериментальні методи досліджень сучасних методів листового штампування.

Методи навчання: для вивчення дисципліни «Дослідження технології процесів листового штампування» застосовуються такі види учбових занять: лекції, лабораторні заняття, самостійна робота.

### Мета та цілі дисципліни

Мета вивчення дисципліни – дати студентам поняття про можливості сучасних технологічних процесів листового штампування, основні методи теоретичного аналізу та експериментального дослідження цих процесів та шляхи їх інтенсифікації.

### Формат занять

Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота, консультації. Індивідуальне розрахунково-графічне завдання. Підсумковий контроль – екзамен.

## Компетентності

ЗК1. Здатність виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми.

ЗК2. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК3. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК9. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК10. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ФК1. Здатність застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування.

ФК2. Здатність критичного аналізу та прогнозування параметрів працездатності нових та існуючих механічних конструкцій, машин, матеріалів і виробничих процесів машинобудування на основі знання та використання сучасних аналітичних та/або комп'ютеризованих методів і методик.

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.

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.

## 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 дослідно-конструкторські роботи та/або розробляти технологічне забезпечення процесу їх виготовлення.

РН3. Застосовувати системи автоматизації для виконання досліджень, проектно-конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні.

РН8. Оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах.

РН11. Планувати і виконувати експериментальні і теоретичні дослідження у сфері прикладної механіки, аналізувати їх результати, обґрунтовувати висновки.

РН16. Продемонструвати знання та розуміння основ організації виробничого процесу.

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 таких дисциплін: "Теорія обробки металів тиском", "Технологія процесів листового штампування", "Основи наукових досліджень".

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Навчальним планом для студентів передбачена участь в лекціях, лабораторних роботах, самостійне опрацювання лекційного матеріалу та тем лабораторних робіт, 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. Раціональне планування та організація самостійної роботи є важливою умовою її ефективності.

Лабораторні роботи являють собою одну з форм освоєння теоретичного матеріалу з одночасним формуванням практичних навичок. Проведення лабораторних робіт 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 лабораторних заняттях та при виконанні розрахунково-графічного завдання.

## **Програма навчальної дисципліни**

### **Теми лекційних занять**

#### **Тема 1. Аналіз технологій листового штампування.**

Розділові операції. Механізм деформування в розділових операціях. Особливості процесу деформування при отрізанні та вирізанні. Особливості процесу деформування при вирубуванні та пробиванні.

Гнуття. Поля напружень та деформацій при гнутті моментом. Особливості згину тонкої штаби на ребро. Особливості згину силою.

Витягування. Витягування циліндричного стакана з плоскої заготовки. Багатоперехідне витягування циліндричних деталей. Витягування осесиметричних нециліндричних деталей. Особливості витягування коробок. Витягування з потоншенням.

Відбортовування. Особливості процесу та граничні можливості деформування.

Обтискування. Особливості процесу та граничні можливості деформування.

Роздача. Особливості процесу та граничні можливості деформування.

#### **Тема 2. Методика аналізу граничної формозміни листового металу.**

Методи оцінювання міцності деталей з тонколистового матеріалу.

Напружено-деформований стан листових заготовок при витягуванні осесиметричних деталей.

Напружено-деформований стан при витягуванні коробок.

Напружено-деформований стан при внутрішньому відбортовуванні.

Напружено-деформований стан листових заготовок при місцевому формуванні.

Напружено-деформований стан при суміщенні формовки елементів з їх одноосним розтягненням.

Напружено-деформований стан заготовок при згинанні.

#### **Тема 3. Сучасний стан досліджень формозмінюючих операцій листового штампування.**

Методи дослідження штампоздатності листового матеріалу.

Діаграми граничних деформацій листових матеріалів.

Основні показники штампоздатності листового матеріалу.

Теоретичні дослідження граничної формозміни при листовому штампуванні.

Гранична формозміна при формовці жорстким інструментом.

Гранична формозміна при високошвидкісному штампуванні.

Гранична формозміна при формовці при пневмоформовці.

#### **Тема 4. Сучасні напрямки інтенсифікації процесів листового штампування.**

Технології чистового вирубування та пробивання.

Комбіноване витягування.

Витягування з використанням попередньо спрофільованої заготовки.

Пластичне деформування еластичним середовищем та рідиною.

Витягування з використанням гідростатичного підпору рідиною високого тиску.  
Листове штампування з ультразвуком.  
Витягування з охолодженням небезпечного перетину.  
Гідромеханічне витягування.  
Витягування скрізь двохконусну матрицю.  
Витягування з використанням диференційованого нагрівання.  
Пульсуюче витягування з гофроутворенням.  
Ротаційне видавлювання.  
Листове штампування металів та сплавів, що важко деформуються.

## Теми практичних занять

Практичні заняття в рамках дисципліни не передбачені.

## Теми лабораторних робіт

**Тема 1. Дослідження процесу формування просічно-витяжних елементів на гнутих профілях.**  
Вирізання заготовки. Формування просічно-витяжного елемента. Побудування графіків переміщення інструменту і зміни навантаження. Визначення стоншення матеріалу, оцінка якості виробу.

**Тема 2. Дослідження формозміни металу при витягуванні без притиску через двохконусну матрицю.**

Вирізання заготовки, надання їй правильної форми на токарному станку. Витягування на лабораторному гідравлічному пресі номінальною силою 500 кН. Вивчення стоншення металу, його структури у небезпечних перетинах

**Тема 3. Дослідження процесу волочіння алюмінієвого дроту.**

Виконання волочіння через волоку у лабораторії у різних режимах обтиснення. Підбір оптимального змащення.

**Тема 4. Покращення виробів, отриманих методом порошкової металургії.**

Формування і запікання заготовок із механічно подрібненого металу із застосуванням різних присадок. Обробка їх на пресі номінальною силою 2500 кН. Оцінка якості виробів, отриманих різними методами.

## Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального розрахунково-графічного завдання: розробку технології виробництва деталей за допомогою одного з процесів, які вивчали протягом семестру, створення креслень і 3D-моделей необхідного інструменту і оснащення.  
Студентам також рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення та аналізу.

## Література та навчальні матеріали

### Основна література

1. Технологія процесів листового штампування: навчально-методичний посібник до практичних занять і самостійної роботи для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / укладачі: В.Л. Чухліб, О.А. Юрченко, А.В. Ашкелянець. – Харків: НТУ «ХПІ», 2021. – 76 с.
2. М.В. Орлюк П.С. Вишневський. Технологія холодного штампування та конструювання штампів. Навчальний посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 80 с.
3. Технологія обробки металів і сплавів тиском / Є.Г. Афтандіянц, О.В. Зазимко, Г.М. Похиленко // 2020.
4. Швець, С.В. Штамп та прес-форми, конструювання та технологія виготовлення [Текст] : навч. посіб. / С.В. Швець, Л.М. Седінкін. - Суми : СумДУ, 2005. - 117 с.
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. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів/ А.С. Опальчук, Є.Г. Афтандіянц, Л.Л. Роговський, О.Є. Семеновський. Ніжин, ПП Лисенко М.М., 2013р. - 752с/  
 8. E.P. Degarmo, J.T. Black, R.A. Kohser, Materials and processes in manufacturing, John wiley and sons, 8th edition, 1999.  
 9. Євстратов В.О., Левченко В.М. Новий підхід до інтенсифікації процесів глибокого витягування // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудування: Зб. наук. пр. – Краматорськ. – 2004. – С. 270–273.

### Додаткова література

10. Сологуб М.А., Рожнецький І.О., Некоз О.І. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство. К. Техніка, 2002. – с. 374.  
 11. T. Altan. Cold and Hot Forging: Fundamentals and Applications [Текст] / T. Altan, G. Ngaile, G. Shen. – OH: ASM International, 2005. – 341 с.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

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

Поточне оцінювання: розрахунково-графічне 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