



# ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Прикладна механіка
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	<a href="https://schedule.kpi.ua">https://schedule.kpi.ua</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., проф. Баглюк Геннадій Анатолійович Практичні, лабораторні: ас. Сохан Дмитро Володимирович
Розміщення курсу	<a href="https://ecampus.kpi.ua/">https://ecampus.kpi.ua/</a>

### Програма навчальної дисципліни

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

В дисципліні “Технологія обробки порошкових матеріалів” вивчають основи проектування і конструювання обладнання для формування заготовок з порошкових матеріалів для подальшої їх обробки. Виготовлення оснастки для формування виробів різного призначення є досить затратний процес, який суттєво підвищує вартість виробів, які пресуються. Тому для зниження вартості формування необхідно оптимізувати форму деталі, яка пресується і спроектувати відповідну прес-форму.

#### *Метою навчальної дисципліни є розвиток здатностей:*

- Здатність використовувати практичні інженерні навички для вирішення професійних завдань;
- Здатність визначати вид та необхідну кількість технологічного обладнання та його конструктивних елементів для одержання порошків та виробів з них.

А також формувати здатності:

- застосовувати фізико-хімічні принципи для формування заданої структури матеріалів при консолідації із дисперсного стану;
- здійснювати технологічне забезпечення виготовлення матеріалів та виробів з них; – розраховувати необхідну кількість технологічного обладнання та його конструктивних елементів.

**Предмет навчальної дисципліни** "Технологія обробки порошкових матеріалів" – проектування виробів для пресування і розрахунок пресінструменту.

Програмні результати навчання:

- Уміти поєднувати теорію і практику для розв'язування завдань матеріалознавства.
- Знання видів технологічного обладнання для одержання порошків і виробів з них. – Уміння розраховувати необхідну кількість технологічного обладнання та його конструктивних елементів.

А також:

- Знати можливості сучасних CAD/CAM/CAE систем для проектування і розрахунку прес-інструменту.
- Знати поведінку порошкових матеріалів за різних видів формування виробів.

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

Дисципліна викладається у другому семестрі підготовки за освітнім рівнем підготовки магістрів. Дисципліни, знання з яких необхідні для вивчення дисципліни "Технологія обробки порошкових матеріалів":

- Основи інженерії та технології сталого розвитку
- Математичне моделювання систем та процесів
- Комп'ютерне моделювання в наукоємному машинобудуванні

Результати вивчення дисципліни є складовою інтегральної компетентності підготовки за освітньо-науковою програмою та можуть бути використані для виконання розрахунків дипломних проектах.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

**Розділ 1.** Вступ. Особливості пресування виробів різної конфігурації.

**Розділ 2.** Особливості пресування виробів з різних матеріалів та схеми пресування.

**Розділ 3.** Конструкції прес-форм і оснастки для формування виробів простої і складної форми

**Розділ 4.** Розрахунки та проектування прес-форм для прямого пресування виробів із порошків металів сплавів, тугоплавких сполук.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

Базова література:

1. Степанчук А.М. Теорія і технологія пресування порошкових матеріалів: навчальний посібник / А.М. Степанчук – Київ: Центр учбової літератури, 2016. – 320 с.
2. Радомысльский И. Д. Прессформы для порошковой металлургии / И. Д. Радомысльский, Е. А. Печентковский, Г. Г. Сердюк. – Киев : Техника, 1970. – 172 с.
3. Степанчук А.М. Технологія порошкової металургії: навчальний посібник / А.М. Степанчук, И.И. Билик. – Київ, Вища школа, 1989. – 415 с.

## **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента) 5.1.**

### **Лекції**

**Заняття 1.** Вступ. Основні положення введення конструкторської документації.

**Заняття 2.** Класифікація порошкових матеріалів за групою складності. Закономірності процесів пресування (насіпна щільність, пружна після дія, пресуємість, усадка) та вплив різних факторів на них.

**Заняття 3.** Пресове обладнання для холодного одновісного пресування в закритих прес формах. Базові розміри пресового простору. Різновиди холодного пресування: одно- та двостороннє пресування, пресування з плаваючою матрицею, підскок стрижня, пресування в напівматрицях, пресування в розбірних прес формах.

**Заняття 5.** Конструкція прес блоків. Фіксуючі розміри для побудови формоутворюючого інструменту. Елементи прес форм для автоматичного пресування. Конструкції прес форм для формування багаторівневих деталей.

**Заняття 6.** Геометричні обмеження щодо формування деталей одновісним пресуванням. Холодне та гаряче ізостатичне пресування, інжекційне лиття порошків.

**Заняття 7.** Розрахунок прес форми. Вихідні дані для проектування. Геометричний розрахунок базових елементів прес форм. Матеріали для прес-форм. Допуски та посадки, шорсткість елементів прес форм.

**Заняття 8.** Прес форми для калібрування / допресування. Розрахунок та базові поняття проектування.

**Заняття 9.** Основні методи виготовлення пресового обладнання. Токарно-фрезерні роботи, електроерозія, шліфування, полірування.

**Заняття 10.** Приклади індустріальної реалізації прес форм для виробництва деталей різної складності.

**Заняття 11.** Ізостатичні методи формування. Вимоги до оснастки. Розрахунок деталей прес форм

**Заняття 12.** Розрахунок деталей прес форм на міцність. Моделювання процесів руйнування методом скінченних елементів.

### **Заняття 13. Модульна контрольна робота**

**Заняття 14.** Розрахунок прес форм для муштучного пресування та шлікерного лиття металевих та керамічних матеріалів.

**Заняття 15.** Принципи проектування та виробництва оснастки для гарячого пресування та іскро-плазмового спікання.

**Заняття 16.** Розрахунок обладнання для деталей складної форми. Форми для інжекційного лиття порошків.

**Заняття 17.** Індустріальні прес форми для виробництва довгомірних та деталей складної форми.

**Заняття 18.** Фінішна обробка деталей після пресування та спікання.

## **5.2. Практичні заняття**

На практичних заняттях студенти освоюють роботу в середовищі SolidWorks та Deform 3D. Заняття проводять в класі комп'ютерної техніки, або з використанням безкоштовної версії програмного забезпечення. Результатом практичних занять повинні бути оформлені в креслення загального виду пресформи, окремо матриці і пуансонів з допомогою графічного

редактора, яким студент володіє, а також моделювання пресування деталі методом скінчених елементів.

*Заняття 1. Вступ. Правила техніки безпеки. Правила оформлення протоколів та розрахунок похибок експериментів.)*

*Практичне заняття 1. Розробка технічної документації на деталь – 2 години;*

*Практичне заняття 2. Проектування прес форм для виробництва деталей I-групи складності та калібрування – 2 години;*

*Практичне заняття 3. Проектування прес форм для виробництва деталей II-групи складності – 2 години;*

*Практичне заняття 4. Проектування прес форм для виробництва деталей III-групи складності – 2 години;*

*Практичне заняття 5. Проектування прес форм для виробництва деталей IV-групи складності – 2 години;*

*Практичне заняття 6. Проектування прес форм для виробництва деталей VI-групи складності – 2 години;*

*Практичне заняття 7. Проектування прес форм для виробництва деталей методом гарячого пресування – 2 години;*

### **5.3. Лабораторні роботи**

Основні завдання циклу лабораторних занять наступні:

- Вивчення закономірностей компактування композиційних порошкових матеріалів.
- Вивчення аналітичного опису процесів компактування композиційних матеріалів.
- Вивчення теоретичних та технологічних засад методів отримання порошкових композиційних матеріалів.

*Лабораторне робота 1. Ознайомлення з правилами техніки безпеки під час проведення лабораторних робіт. Вимоги до протоколів з лабораторних робіт (2 год).*

*Лабораторне робота 2 – Дослідження умов отримання порошків із дисперсно-зміцненою структурою з розплавів (6 год.)*

*Лабораторне робота 3 – Дослідження процесу пресування порошкових композиційних матеріалів. (Дослідження пресованості порошків, визначення зусилля виштовхування та пружної післядії. (6 год.) Колоквіум (2 год).*

*Лабораторне робота 4 – Дослідження аналітичного опису процесів пресування композиційних матеріалів (4 год).*

*Лабораторне робота 5 – Дослідження умов отримання композиційних матеріалів просоченням (6 год)*

*Лабораторне робота 6 – Дослідження впливу умов отримання композиційних матеріалів на їх зносостійкість під час сухого тертя. (6 год).*

*Колоквіум (2 год). (2 год).*

### **6. Самостійна робота студента**

Самостійна робота студентів (78 годин) складається з:

- підготовки до лекцій – 30 год;
- підготовки до практичних робіт і створення графічного матеріалу – 12 год;

- підготовки до лабораторних робіт – 12 год;
- підготовки до модульної контрольної роботи – 12 год;
- підготовка до екзамену – 12 год.

## Політика та контроль

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

#### Правила відвідування занять

- Відвідування лекційних занять є бажаним, хоча і не обов'язковим. Відвідування лекційних занять дозволить студентам не тільки опанувати теоретичні знання безпосередньо на лекції, але і задати викладачу питання, що виникають під час викладання матеріалу лекції.
- Відвідування практичних та лабораторних занять є обов'язковим.

#### Правила поведінки на заняттях

- На усіх заняттях, лекційних, практичних та лабораторних робіт, вітається відключення звукових сигналів телефонів.
- Під час проведення практичних робіт та лабораторних робіт у очному режимі в лабораторіях корпусу 1 та 9 студенти повинні суворо дотримуватись правил техніки безпеки.
- Умовою допуску до виконання практичних та лабораторних робіт є наявність у студента протоколу. За дистанційної форми навчання студенти отримують індивідуальний доступ до завдання для практичної роботи за адресою даною викладачем і не пізніше тижня після виконання роботи надсилають викладачу оформлений звіт.
- Перевірка здійснюється викладачем упродовж наступного тижня. Перескладання заліку проводиться під час додаткової сесії за положенням НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського" відповідно до графіку. Усі учасники освітнього процесу: викладачі і здобувачі в процесі 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-1)

#### Поточний контроль:

- Лабораторні роботи – 25 балів сумарно (мінімум 15 балів).
- Практичні роботи – 18 балів сумарно (мінімум 10 балів).
- На лекціях - (МКР до календарного контролю) – 17 (8+9) балів.
- Екзамен - 40 балів.

**Календарний контроль:** проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

**Семестровий контроль:** екзамен.

#### 8.2. Критерії нарахування балів

##### Практичні роботи (ПР) - 6 практичних робіт (18 балів)

До кожної практичної роботи студент повинен підготувати протокол, який складається із: –  
номера;

- назви;

- мети;
- теоретичних відомостей; – порядок виконання.

За дистанційної форми навчання напередодні заняття студенти віправляють написаний від руки протокол викладачу для перевірки у групу Телеграм. Після чого викладач проводить презентацію online для ознайомлення студентів із алгоритмом проведення практичної роботи. В кінці практичної роботи студенти демонструють результати. Упродовж тижня студенти оформляють результати практичної роботи відповідно до вимог завдання і надсилають на перевірку викладачу.

Кожна виконана і оформлена практична робота оцінюється максимально у 3 бали за такими критеріями:

- повністю підготовлена та виконана робота – 3 бали;
- підготовлена та виконана робота не менше ніж на 80 % - 2-2.5 бали
- підготовлена та виконана робота не менше ніж на 70 % - 1.5-1.9 бали
- підготовлена та виконана робота не менше ніж на 60 % - 1-1.4 бали
- підготовлена та виконана робота не менше ніж на 50 % - 0.5-1.3 бали
- підготовлена та виконана робота менше ніж на 50 % - не зараховано

**Штрафні бали призначаються за:**

- несамотійна робота на практичному занятті – 1 бал.

**Модульна контрольна робота**

На проведення роботи відводиться 2 академічні години. Студенти отримують завдання, що складається із 2 теоретичних питань (Додаток А).

За дистанційної форми навчання студенти отримують доступ до тестового завдання розміщеного на GoogleDick.

Максимально робота оцінюється у 17 балів.

**Лабораторні роботи (ЛР) - 5 лабораторних робіт (25 балів)**

Кожна виконана і оформлена лабораторна робота оцінюється максимально у 5 бали за такими критеріями:

- повністю підготовлена та виконана робота – 5 бали;
- підготовлена та виконана робота не менше ніж на 80 % - 4 -5 бали
- підготовлена та виконана робота не менше ніж на 70 % - 3-3.9 бали
- підготовлена та виконана робота не менше ніж на 60 % - 2-2.9 бали
- підготовлена та виконана робота не менше ніж на 50 % - 1 -1.9 бали
- підготовлена та виконана робота менше ніж на 50 % - не зараховано

**Штрафні бали призначаються за:**

- несамотійна робота на лабораторному занятті – 1 бал.

**Календарний контроль**

Календарний контроль (КК) проводиться на 7-8 та 14-15 тижнях семестру навчання. Для позитивного оцінювання 1-го КК студенту необхідно оформити і захистити 2 ПР та 2 ЛР щонайменше на 10 балів і отримати мінімум 5 балів за МКР. Для позитивного оцінювання 2-го КК студенту необхідно отримати мінімум по 25 балів за 3 практичні роботи та 2 лабораторні. Залік

Умовою допуску до заліку є виконання усіх практичних робіт і виконання МКР з позитивною оцінкою. Для підвищення рейтингової оцінки студент може написати залікову контрольну

роботу, але цьому випадку попередній рейтинг студента скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи, згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

Всі лабораторні та практичні треба відпрацювати та здати. Це є умовою допуску до складання екзамену. Наявність невідпрацьованих лабораторних та/або практичних є негативна оцінка з курсу навіть при достатній сумарній кількості балів.

Екзамен відбувається за розкладом екзаменаційної сесії, затвердженим директором інституту. Екзамен проводиться у письмовій формі. Час написання екзамену складає не менше 60 хвилин. Екзаменаційне завдання складається з чотирьох питань. Кожне питання максимально оцінюється у 10 балів. Максимальна кількість балів отриманих за екзамен складає 40 балів:

$$10 \text{ балів} \times 4 = 40 \text{ балів}$$

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
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

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

– питання, що виносяться на модульну контрольну роботу наведено у Додатку.

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

**Склав:** к.т.н., доцент, зав. кафедри ТВЛА Лавріненков А.Д

**Ухвалено** кафедрою ТВЛА (Протокол № 18 від 15.05.2024 р.)

**Погоджено** Методичною комісією НН ММІ (Протокол № 10 від 24.05.2024 р.)

### Запитання для модульної контрольної роботи

1.Прес-форми для гарячого пресування.

2.Особливості проектування виробів конструкційного призначення.

Задання 2

1.Пресування скошеним пуансоном.

2.Розрахунок пресформ для пресування деталей 2 групи складності.

Задання 3

1.Розрахунок пресформ для пресування деталей 4 групи складності.

2.Проектування деталей для пресування.

Задання 4

1.Розрахунок пресформ для пресування деталей 5 групи складності.

2.Пресформи для холодного пресування на гідравлічних пресах.

Задання 5

1.Розрахунок пресформ для пресування деталей 6 групи складності.

2.Основні завдання проектування.

Задання 6

1.Розрахунок пресформ для пресування деталей 7 групи складності.

2.Вибір напрямку пресування деталей.

Задання 7

1.Класифікація закритих прес-форм.

2.Завдання на проектування.

Задання 8

1.Розрахунок розмірів робочого простору прес-форм.

2.Прес-форми для калібрування.

Задання 9

1.Допуски і посадки, шорсткість поверхні деталей прес-форм.

2.Розрахунок деталей прес-форм на міцність.

Задання 10

1.Ізостатичне формування.(розрахунок).

2. Конструкція прес блоків

Задання 11

1.Розрахунок пуансонів для пресування.

2. Технологія інжекційного лиття порошків. Оснастка для формування

Задання 12

1.Розрахунок матриці прес-форми на міцність і жорсткість.

2.Гідростатичне пресування.

Задання 13

1. Матеріали для виробництва деталей прес форм.

2.Класифікація деталей по складності формування.

Задання 14

1. Пояснити необхідність використання бандажування для осердя матриці.

2.Особливості проектування прес-форм для пресування деталей 4 групи складності.

Задання 15

1. Розрахунок прес форм для муштучного пресування.

2.Особливості проектування прес-форм для деталей 5 групи складності.

Задання 16



1. Розрахунок висоти камери засипки. Вплив різних факторів на зміну висоти засипки.
2. Класифікація деталей порошкової металургії по складності пресування.

#### Задання 17

1. Проектування пресформ.
2. Накреслити ескіз прес-форми.

#### Задання 18

1. Розрахунок циліндру гідравлічного преса.
2. Особливості проектування виробів із спечених твердих сплавів.

#### Задання 19

1. Вибір і розрахунок пресового обладнання.
2. Особливості конструювання пресформ для пресування деталей 5 групи складності.