



Розрахунок обладнання для виробництва виробів з порошкових 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>Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити/120 год: лекції – 36 год, практичні заняття – 18 год, СРС – 66 год</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/ модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент Білик Ігор Іванович, т. 067 772 30 02 Практичні заняття: к.т.н., доцент Білик Ігор Іванович, т. 067 772 30 02</i>
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

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

В дисципліні “Розрахунок обладнання для виробництва виробів з 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 підсилення у студентів таких фахових здатностей як:*

- 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 "Розрахунок обладнання для виробництва виробів з 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 пресінструменту.
- Знати поведінку порошкових матеріалів за різних видів формування виробів.

2. Пререквізити та пост реквізити дисципліни

Дисципліна викладається у восьмому семестрі підготовки за освітнім рівнем підготовки бакалаврів. Дисципліни, знання з яких необхідні для вивчення дисципліни "Розрахунок обладнання для виробництва виробів з порошкових матеріалів":

- Фізика
- Хімія
- Фізика конденсовано стану матеріалів
- Методи моделювання та оптимізації
- Матеріалознавство тугоплавких матеріалів
- Механічні властивості матеріалів

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

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

Базові:

1. Порошковая металлургия и напыленные покрытия : учебник для вузов / В. Н. Анциферов, Г. В. Бобров, Л. К. Дружинин [и др.] ; под ред. док. тех. наук, проф. С. М. Митина. – Москва : Металлургия, 1987. – 792 с.

2. Клячко Л. И. Оборудование и оснастка для формирования порошковых материалов / Л. И. Клячко, А. М. Уманский, В. Н. Бобров. – Москва : Металлургия, 1986. – 336 с.

3. Сердюк Г. Г. Технология порошковой металлургии : учеб. пособие : в 2 частях / Г. Г. Сердюк, Л. И. Свистун ; Кубан. гос. технол. ун-т. – Часть 2. Формование порошков. – Краснодар : Изд. КубГТУ, 2005. – 160 с.

Додаткові:

1. Радомысльский И. Д. Прессформы для порошковой металлургии / И. Д. Радомысльский, Е. А. Печентковский, Г. Г. Сердюк. – Киев : Техника, 1970. – 172 с.
2. Промышленная технология горячего прессования порошковых изделий : монография / Ю. Г. Дроздов, Б. Г. Гасанов, В. Ю. Дорофеев [и др.]. – Москва : Металлургия, 1990. – 206 с.
3. Позняк Н. З. Проектирование и оборудование цехов порошковой металлургии / Н. З. Позняк, А. Н. Крушинский. – Москва : Машиностроение, 1965. – 299 с.

Зазначені базові навчальні матеріали є у вільному доступі у бібліотеці НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського і мережі Інтернет. Додаткові навчальні матеріали надаються для ознайомлення і глибшого розуміння предмету вивчення дисципліни.

Інформаційні ресурси

1. <http://avkpress.com/ua>
2. <http://uk.wikipedia.org/wiki/металокераміка>
3. http://uk.wikipedia.org/wiki/Порошкова_металургія
4. <http://specural.com/articles/category/9/message/502/>
5. http://uk.wikipedia.org/wiki/Метод_Роквелла

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни

5.1. Лекційні заняття

В лекційному матеріалі розглядають розрахунки додаткового обладнання, яке використовують у формуванні порошків і розрахунки його характеристик.

Розділ 1. Вступ. Особливості пресування виробів різної конфігурації.

Лекція 1. Вступ Розподіл порошкових виробів по групам складності. Методи формоутворення Проектування деталей для пресування. Принципи конструювання пресформ. Класифікація закритих пресформ для холодного пресування.

Лекція 2. Пресформи для холодного пресування на механічних і гідравлічних пресах. Різновиди холодного пресування в закритих пресформах. Конструкції прес-форм для пресування виробів різної складності форми: одностороннім; двостороннім пресуванням; пресування з плаваючою матрицею та ковзаючою голкою (стержнем); пресуванням в розбірних прес-формах; пресуванням в прес-формах із незалежним переміщенням деталей прес-форм в процесі формування.

Лекція 3. Конструкції прес-форм для автоматизованого пресування виробів на механічних та гідравлічних пресах-автоматах. Конструкції пресуючих блоків для пресування виробів на гідравлічних пресах. Конструкції прес-форм для пресування багатошарових виробів. Проектування деталей для визначення оптимальної форми для пресування. Вибір напрямку пресування.

Лекція 4. Розрахунок пресформ. Вихідні дані для розрахунку пресформ. Визначення розмірів робочого простору пресформи для холодного пресування. Визначення розмірів стержнів.

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

Лекція 5. Розрахунки прес-форм для прямого пресування виробів із порошків металів сплавів, тугоплавких сполук на міцність Тиск пресування і його визначення. Боковий тиск і його визначення. Розрахунок матриці на розрив та жорсткість. Матриці з бандажною обіймою

Лекція 6. Розрахунок пуансонів на стискання та подовжній прогин. Розрахунок проміжних прокладок на пластичну деформацію матеріалу прокладки. Розрахунок пружин на скручування та запасу міцності на виносливість.

Лекція 7. Матеріали для виготовлення деталей прес-форми. Матеріали для виготовлення матриці і пуансонів та допоміжних деталей. Застосування твердих сплавів для виготовлення деталей прес-форми. Допуски і посадки та шерохватості деталей прес-форм.

Лекція 8. Розрахунок прес-форм і оснастки для калібрування. Особливості розрахунку прес-форм для калібрування, вимоги до прес-форм, особливості експлуатації.

Лекція 9. **Модульна контрольна робота.**

Лекція 10. Гідростатичне формування виробів з порошків. Матеріали, які використовуються для виготовлення оснастки і вимоги до них. Оснастка для формування виробів простої і складної форми методами: гідростатичного пресування. Оснастка для формування виробів простої і складної форми методами: ізостатичного холодного і гарячого пресування.

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

Лекція 11. Розрахунок конструкції прес-форм для мундштучного пресування виробів для високої пористості, з поровою структурою із наскрізними отворами із залізі, кераміки.

Лекція 12. Принципи конструювання пресформ для гарячого пресування порошків тугоплавких сполук і жаростійких сталей. Особливості конструкцій, матеріали.

Лекція 13. Оснастка для інжекційного формування виробів складної форми по методу мундштучного формування.

Лекція 14. Загальна характеристика пресового обладнання. Класифікація, особливості роботи елементів конструкції.

Лекція 15. Розрахунок основних конструкційних елементів преса. Головний плунжер, робочий циліндр, ущільнювачі, стіл преса, колони і гайки.

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

Лекція 16. Загальна характеристика та розрахунок обладнання для транспортування порошків. Живильники для засипки порошків в матрицю пресформи.

Лекція 17. Загальна характеристика пресового обладнання. Розрахунок основних деталей гідравлічних пресів.

Лекція 18. Характеристика обладнання для підготовки порошків до пресування. Режими роботи, що впливають на властивості порошків. Вибір оптимальних режимів попередньої обробки порошків.

5.1 Практичні заняття

На практичних заняттях студенти освоюють **роботу в середовищі PTC Creo Parametric. Заняття проводять в класі комп'ютерної техніки, або з використанням безкоштовної версії програмного забезпечення.**

Для отримання пробної безкоштовної версії програмного забезпечення PTC Creo Parametric потрібно перейти за посиланням: <https://www.ptc.com/en/cad/creo/parametric/free-trial> та зареєструватись. Після встановлення програмного забезпечення студенти зможуть створювати твердотільні 3D моделі та креслення.

Результатом практичних занять повинні бути оформлені в креслення загального виду пресформи, окремо матриці і пуансонів з допомогою графічного редактора, яким студент володіє.

Заняття 1, 2. **Практична робота 1.** Проектування деталей для пресування. Принципи конструювання пресформ.

Заняття 3, 4. **Практична робота 2.** Розрахунки і проектування прес-форм для прямого пресування.

Заняття 5, 6. **Практична робота 3.** Розрахунок і проектування прес-форм і оснастки для калібрування.

Заняття 7, 8. **Практична робота 4.** Розрахунок конструкції і проектування прес-форм для мундштучного пресування

Заняття 9. **Залік.**

6. Самостійна робота студентів

Самостійна робота студентів (66 годин) складається з:

- підготовки до лекцій – 30 год;
- підготовки до практичних робіт і створення графічного матеріалу – 24 год;
- підготовки до модульної контрольної роботи – 6 год;
- підготовка до заліку – 6 год.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни

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 занять є обов'язковим.

Правила поведінки на заняттях

На усіх заняттях, лекційних і практичних, вітається відключення звукових сигналів телефонів. Під час проведення практичних робіт у очному режимі в лабораторії №104 корпусу 9 студенти повинні суворо дотримуватись правил техніки безпеки.

Умовою допуску до виконання практичної роботи є наявність у студента написаного 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 перескладань оприлюдненому на сайті НН ІМЗ ім. Є. О. Патона.

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)

8.1. Види контролю

- **Поточний контроль:** практичні роботи, модульна контрольна робота (МКР).
- **Календарний контроль:** проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
- **Семестровий контроль:** залік.

Кожний вид робіт оцінюється за 100-бальною шкалою. Коефіцієнти вагомості наведено у формулі

$$O_{\text{семестр}} = 0,5 \cdot \sum O_{1-4\text{ПР}} / 4 + 0,5 \cdot O_{\text{мкр}}$$

8.2. Критерії нарахування балів

Практичні роботи (ПР)

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 100 балів за такими критеріями:

- підготовлений до практичної роботи протокол у відповідності до вимог – 10 балів;
- виконання практичної роботи, проведення розрахунків та створення графічного матеріалу – 80 балів;
- оформлення результатів відповідно до вимог і захист – 10 балів.

Штрафні бали призначаються за:

- відсутність протоколу – 10 балів;
- протокол, що не відповідає вимогам – 5 балів;
- несамотійна робота на практичному занятті – 5 балів.

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 Google Disk.

Максимально робота оцінюється у 100 балів із ваговим коефіцієнтом 0,5.

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 1 ПР щонайменше на 50 балів і отримати мінімум 50 балів за МКР. Для позитивного оцінювання 2-го КК студенту необхідно отримати мінімум по 50 балів за 2 і 3 практичні роботи.

Залік

Умовою допуску до заліку є виконання усіх практичних робіт і виконання МКР з позитивною оцінкою.

Студенти, що набрали упродовж семестру не менше 60 балів мають можливість отримати оцінку, згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

Для підвищення рейтингової оцінки студент може написати залікову контрольну роботу, але у 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.

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *питання, що виносяться на модульну контрольну роботу наведено у Додатку А.*
- *Питання, що виносяться на залікову контрольну роботу наведено і Додатку Б.*
- *Практичні роботу проводяться у лабораторії ЦККНО «Матеріалознавство тугоплавких сполук та композитів» в структурі НН ІМЗ ім. Є. О. Патона.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент, к.т.н., доцент, Білик Ігор Іванович

Ухвалено кафедрою ВТМ та ПМ (протокол № 21 від 08 липня 2022 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є. О. Патона (протокол № 10/22 від 10 липня 2022 р.)

Завдання для Модульної контрольної роботи

Задання 1

- 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, шороховатість поверхні деталей прес-форм.*
- 2.Розрахунок деталей прес-форм на міцність.*

Задання 10

- 1.Ізостатичне формування.(розрахунок).*
- 2.Барабанні млини.*

Задання 11

- 1.Розрахунок пуансонів для пресування.*
- 2.Вібраційні млини.*

Задання 12

- 1.Розрахунок матриці прес-форми на міцність і жорсткість.*
- 2.Гідростатичне пресування.*

Задання 13

- 1.Розрахунок змішувачів.*
- 2.Класифікація деталей по складності формування.*

Задання 14

- 1.Вібраційні сепаратори.*
- 2.Особливості проектування прес-форм для пресування деталей 4 групи складності.*

Задання 15

- 1.Розрахунок вібраційного сита.*
- 2.Особливості проектування прес-форм для деталей 5 групи складності.*

Задання 16

- 1.Розрахунок стола гідравлічного преса.*
- 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.*

Перелік питань, що виносяться на залік

1. Прес-форми для гарячого пресування.
2. Особливості проектування виробів конструкційного призначення.
3. Пресування скошеним пуансоном.
4. Розрахунок пресформ для пресування деталей 2 групи складності.
5. Розрахунок пресформ для пресування деталей 4 групи складності.
6. Проектування деталей для пресування.
7. Розрахунок пресформ для пресування деталей 5 групи складності.
8. Пресформи для холодного пресування на гідравлічних пресах.
9. Розрахунок пресформ для пресування деталей 6 групи складності.
10. Основні завдання проектування.
11. Розрахунок пресформ для пресування деталей 7 групи складності.
12. Вибір напрямку пресування деталей.
13. Класифікація закритих прес-форм.
14. Завдання на проектування.
15. Розрахунок розмірів робочого простору прес-форм.
16. Прес-форми для калібрування.
17. Допуски і посадки, шороховатість поверхні деталей прес-форм.
18. Розрахунок деталей прес-форм на міцність.
19. Ізостатичне формування.(розрахунок).
20. Барабанні млини.