



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>4курс, весняний семестр</i> |
| Обсяг дисципліни | <i>4 кредитів / 120 год. : лекції - 36 годин, практичні заняття - 18 годин, СРС - 66 годин</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: асистент, доктор філософії Тесля Сергій Юрійович, e-mail:teslia.serhii@ill.kpi.ua Практичні: асистент, доктор філософії Тесля Сергій Юрійович, e-mail: teslia.serhii@ill.kpi.ua</i> |
| Розміщення курсу | <i>https://ecampus.kpi.ua/</i> |

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 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 "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 постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

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 конденсованого 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 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

Базова література:

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.

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. 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.

Заняття 1. Вступ. Правила техніки безпеки. Правила оформлення протоколів та розрахунків похибок експериментів.) Лабораторна робота 1. Розробка технічної документації на деталь – 2 години;

Заняття 2. Лабораторна робота №2. Проектування прес форм для виробництва деталей I-групи складності та калібрування – 2 години;

Заняття 3. Лабораторна робота №3. Проектування прес форм для виробництва деталей II-групи складності – 2 години;

Заняття 4. Лабораторна робота №4. Проектування прес форм для виробництва деталей III-групи складності – 2 години;

Заняття 5. Лабораторна робота №5. Проектування прес форм для виробництва деталей IV-групи складності – 2 години;

Заняття 6. Лабораторна робота №6. Проектування прес форм для виробництва деталей VI-групи складності – 2 години;

Заняття 7. Лабораторна робота №7. Проектування прес форм для виробництва деталей методом гарячого пресування – 2 години;

Заняття 8. Залік

6. Самостійна робота студента

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 (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 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-1)

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

$$\text{Осеместр} = 0,5 \cdot \sum \text{O1-4ПР/4} + 0,5 \cdot \text{Омкр.}$$

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;
- несамостійна 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 GoogleDick.

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

Календарни й 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. 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.

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 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 асистентом кафедри ВТМ та ПМ, PhDТесля Сергій Юрійович.

Ухвалено кафедрою ВТМ та ПМ (протокол № 17 від 26 червня 2024 р.)

Погоджено Методичною комісією

Навчально-наукового Інституту матеріалознавства та зварювання ім. Є.О Патона (протокол №12/24 від 28.06.24 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, шороховатість 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 делеталей 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.

Перелік питань для залікової роботи

з дисципліни “Розрахунок обладнання для виробництв виробів з порошкових матеріалів”

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. Визначення фіксуючих розмірів прес блоку для розрахунку пресформи.
21. Загальна характеристика механічних та гідравлічних пресів.
22. Розкриття сутності необхідності створення пониження на пуансонах та формування конусу випресовки на матриці.
23. Допуски та посадки в система пресового інструменту.
24. Матеріали та режим термічної обробки для виготовлення елементів прес форм. Шорсткість поверхонь деталей.
25. Будова пресблоків для холодного пресування.