



ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ КОНСТРУКЦІЇ ВИРОБІВ МАШИНОБУДУВАННЯ

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) / дистанційна
Рік підготовки, семестр	1 курс / весняний семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів ЄКТС, 150 годин, лекції – 36 годин, практичні заняття – 36 годин, 78 СРС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік, МКР
Розклад занять	За розкладом на сайті університету https://roz.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., Парненко В.С. art@artograph.com.ua Практичні заняття: к.т.н., Парненко В.С.
Розміщення курсу	http://campus.kpi.ua https://classroom.google.com/c/NjQyMzA2MDQ0NjEY?cjc=62abzfvz

Програма навчальної дисципліни

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

Мета дисципліни "Технологічність конструкції виробів машинобудування" полягає в тому, щоб дати студентам знання про технологічні аспекти конструювання виробів машинобудування. Курс охоплює техніку та методи розробки конструкцій виробів з урахуванням їх технологічності, ефективності та вартості виготовлення.

В межах цієї дисципліни будуть вивчатися базові принципи та методи design for X (дизайн для досконалості або DFX) — методології, яка надає рекомендації щодо дизайну для всіх аспектів процесу проектування та виробництва виробів, і яка складається з набору принципів у проектуванні і виробництві та використовує цілісний і системний підхід до дизайну, зосереджуючи увагу на всіх аспектах продукту – від створення концепції до кінцевої доставки.

Серед основних цілей дисципліни можна відзначити:

- знайомство зі способами оптимізації конструкцій виробів з метою покращення їх технологічності та вартості виготовлення;

- ознайомлення з методами розрахунку та проектування елементів машин з урахуванням технологічних обмежень;
- розвиток навичок аналізу технологічності виробів та вміння вибирати оптимальні рішення щодо їх конструювання;
- навчання розумінню взаємозв'язку між конструкцією виробу та його виробництвом;
- формування компетенцій для використання сучасних технологій проектування та моделювання конструкцій виробів.

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні знати основні принципи технологічності конструкцій виробів машинобудування, вміти вибирати оптимальні рішення щодо їх конструювання та мати навички використання сучасних технологій проектування та моделювання конструкцій виробів.

Студенти, які вивчають дисципліну "Технологічність конструкції виробів машинобудування", отримують знання та вміння, необхідні для розробки технологічних та вартісних ефективних конструкцій виробів машинобудування. Серед найважливіших з них можна виділити наступні:

- Розуміння принципів конструювання та проектування елементів машин з урахуванням технологічних обмежень;
- Вміння використовувати сучасні технології проектування та моделювання конструкцій виробів;
- Розвиток навичок аналізу технологічності виробів та вміння вибирати оптимальні рішення щодо їх конструювання;
- Знання про методи та техніки оптимізації конструкцій виробів з метою покращення їх технологічності та вартості виготовлення;
- Розуміння взаємозв'язку між конструкцією виробу та його виробництвом;
- Вміння працювати з різними матеріалами та засобами обробки та з'єднання деталей виробів;
- Навички визначення оптимальних технологічних параметрів виготовлення виробів;

Отримання таких знань та вмінь дозволяє студентам бути ефективними при розробці технологічних та вартісно-ефективних конструкцій виробів машинобудування, що в свою чергу сприяє підвищенню їх конкурентоспроможності на ринку.

Дисципліна "Технологічність конструкції виробів машинобудування" відноситься до вибіркового освітнього компонента, і вона самостійно не формує компетентностей, проте здатна підсилити компетентності та результати навчання, які забезпечують нормативні освітні компоненти.

Вивчення дисципліни сприяє підсиленню наступних компетентностей:

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

ЗК3. Здатність генерувати нові ідеї (креативність)

ЗК6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

ФК1. Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

ФК6. Здатність використовувати досягнення науки та передових технологій у галузі сучасних технологічних машин і обладнання, процесів їх проектування та виробництва, підвищення їх якості, автоматизації технологічних процесів; застосування комп'ютерних технологій.

Завершитись навчання має наступними програмними результатами:

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.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Дисципліна «Технологічність конструкції виробів машинобудування» базується на наступних дисциплінах:

- Інноваційні технології в машинобудуванні

У свою чергу дисципліна «Технологічність конструкції виробів машинобудування» може бути корисною для подальшої підготовки з дисциплін:

- Науково-дослідна практика
- Виконання магістерської дисертації

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1 Проектування для складання

Тема 1. Вступ

- 1.1 Що таке дизайн для виробництва та складання?
- 1.2 Історія
- 1.3 Реалізація дизайну для складання
- 1.4 Рекомендації щодо продуктивності
- 1.5 Як працює DFMA?

Тема 2. Вибір матеріалів і процесів

- 2.1 Загальні вимоги до початкових матеріалів і вибору процесу
- 2.2 Вибір виробничих процесів
- 2.3 Можливості процесів
- 2.4 Вибір матеріалів
- 2.5 Вибір первинного процесу/матеріалу
- 2.6 Систематизація вибору процесів і матеріалів

Тема 3. Дизайн продукту для ручного складання

- 3.1 Загальні вказівки щодо проектування для ручного складання
- 3.2 Великі збірки
- 3.3 Види методів ручного складання
- 3.4 Якість збірки
- 3.5 Застосування кривих навчання до визначення часу DFA

Тема 4. Дизайн для високошвидкісного автоматичного складання та роботизованого складання

- 4.1 Конструкція деталей для високошвидкісної подачі та орієнтування
- 4.2 Високошвидкісне автоматичне складання
- 4.3 Загальні правила проектування продукції для автоматизованого складання
- 4.4 Конструкція деталей для подачі та орієнтування
- 4.5 Проектування продукту для роботизованого складання

Розділ 2 Проектування для виробництва

Тема 5. Загальні правила проектування для механічної обробки

- 5.1 Конструкція деталей для обробки різанням
- 5.2 Конструкція деталей для обробки точіння
- 5.3 Конструкція деталей для обробки свердлінням та суміжні з ним роботи
- 5.4 Конструкція деталей для обробки фрезерування
- 5.5 Конструкція деталей для обробки стругання та довбання
- 5.6 Конструкція деталей для обробки протягування
- 5.7 Конструкція деталей для обробки шліфування різьби
- 5.8 Конструкція деталей для обробки зубонарізання
- 5.9 Конструкція деталей для обробки плоске шліфування
- 5.10 Конструкція деталей для обробки врізне шліфування
- 5.11 Конструкція деталей для обробки безцентрове шліфування

Тема 6. Загальні правила проектування для виливок

- 6.1 Лиття у вологий пісок (піщано -глинисту форму)
- 6.2 Лиття в оболонку
- 6.3 Лиття по піні, що виплавляється (випарний зразок)
- 6.4 Лиття в постійну форму
- 6.5 Відцентрове лиття
- 6.6 Лиття в гіпсові форми

- 6.7 Лиття в керамічні форми
- 6.8 Лиття по виплавленим моделям (lost-wax process)
- 6.9 Лиття під тиском

Тема 7. Загальні правила проектування деталей отриманих методом екструзії металів

- 7.1 Детальні рекомендації по дизайну

Тема 8. Загальні правила проектування деталей отриманих різними способами обробки металів

- 8.1 Прецезійне штампування
- 8.2 Пружини та дротяні форми
- 8.3 Spun-metal parts або відцентрове лиття
- 8.4 Холодна осадка (висадка)
- 8.5 Ударно- або холодно екструдійні деталі
- 8.6 Ротаційне обтискання
- 8.7 Виробництво гнутих профілів
- 8.8 Деталі порошкової металургії
- 8.9 Процеси кування
- 8.10 Електроформування
- 8.11 Деталі, виготовлені спеціальними методами формування
- 8.12 Електромагнітне формування (emf), інші процеси hvf
- 8.13 Лиття під тиском металу (іноді його називають ініціалами tm)

Тема 9. Загальні правила проектування деталей з термореактивного пластика

- 9.1 Процеси термореактивного формування
- 9.2 Конструкційно-піноформовані деталі
- 9.3 Лиття під низьким тиском
- 9.4 Лиття під високим тиском
- 9.5 Інжекційне лиття під тиском (rim)
- 9.6 Формування під тиском газу
- 9.7 Спільне литтєве або сендвічне формування
- 9.8 Лиття під тиском із застосуванням газу
- 9.9 Пластмасові деталі процесу ротаційного формування
- 9.10 Видувні пластмасові деталі
- 9.11 Арморовані пластикові/ композитні (rp/c) частини
- 9.12 Екструзія пластикових профілів
- 9.13 Пінопрофільні екструзії
- 9.14 Пультрузії
- 9.15 Термоформовані пластикові деталі

Розділ 3 Проектування для досконалості

Тема 10. Дизайн для досконалості. Атрибути якісно спроектваного виробу.

- 10.1 Проектування для якості
- 10.2 Проектування для надійності
- 10.3 Проектування для зручності обслуговування/ремонтпридатності
- 10.4 Проектування для безпеки
- 10.5 Проектування для навколишнього середовища
- 10.6 Проектування для зручності користувача
- 10.7 Проектування для короткого виходу на ринок
- 10.8 DFX для виробництва малої кількості
- 10.9 Майбутнє DFX

Тема 11. Управління DFM/DFX. Concurrent Engineering (Одночасне проектування).

- 11.1 Етапи процесу
- 11.2 Перешкоди, з якими стикаються інженери-конструктори
- 11.3 Планування послідовності
- 11.4 Ризики паралельного проектування
- 11.5 Командна робота/співпраця між інженерами-проектувальниками та інженерами-виробниками

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. Основи технології виробництва машин : навчальний посібник / Г. П. Кремнев, В. М. Колеснік, Ф. В.

Новіков, В. О. Жовтобрюх. Дніпро : ЛІРА, 2022.

<http://repository.hneu.edu.ua/bitstream/123456789/27940/1/Кремнев%20Г.П.%20Основи%20технології%20Овироб-ва%20машин%20-%20уч.%20пос.%20С%202022.pdf>

2. Налобіна О. О., Бундза О. З., Серілко Д. Л., Голотюк М.В. К65 Конструювання вузлів та агрегатів : навч. посібник. [Електронне видання]. – Рівне : НУВГП, 2020. – 331 с.

<https://ep3.nuwm.edu.ua/17724/1/КОНСТРУЮВАННЯ%20ВУЗЛІВ%20ТА%20АГРЕГАТІВ-2019.pdf>

3. Болтянська Н. І. Надійність технологічних систем: посібник-практикум / Н.І. Болтянська. – Мелітополь: Люкс, 2019. – 162 с.

<http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/9179/1/Надійність%20технологічних%20систем%20%28посібни-практикум%29%20Болтянська%20Н.І.%202019.pdf>

4. Пасько М.М., Показаньева С.Л, ТЕХНОЛОГІЯ. СКОРОЧЕНИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ для студентів денного та заочного відділення спеціальності 133 Галузеве машинобудування. 2018

https://pitbddma.org.ua/wp-content/uploads/2018/02/лекції_технолог.машин..pdf

Допоміжна література

1. Geoffrey Boothroyd, Peter Dewhurst, Winston A. Knight. Product Design for Manufacture and Assembly. CRC Press. Taylor & Francis Group. 2011, 670 с.
2. Azli Nawawi. Design for manufacture and assembly (DFMA). Introduction to Boothroyd dewhurst software. Department of manufacturing and Industrial engineering faculty of mechanical and manufacturing engineering. Cetakan Pertama (Modul Pembelajaran), 2014, 34 с.
3. Youssef, Helmi A. Machining technology : machine tools and operations / Helmi A. Youssef, Hassan El-Hofy. Taylor & Francis Group. 2008, 633 с.
4. K. G. Swift, J. D. Booker. Process Selection. From design to manufacture. Department of Engineering, University of Hull, UK, 2003, 316 с.
5. Design for Manufacturability Handbook, 2nd Edition. James G. Bralla. The McGraw-Hill Companies, Inc. 1999
6. Bruno Lotter. Manufacturing Assembly Handbook. Blue Digest on Automation. 1986. 98 с.
7. Mikell P. Groover. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems. Wiley, 2007 – 1022.
<https://www.fcusd.org/cms/lib/CA01001934/Centricity/Domain/4529/Fundamentals%20of%20Modern%20Manufacturing%20Materials%20%20Processes%20and%20Systems%20%204th%20Edition.pdf>
8. Product Design using Value Engineering. Department of Mechanical and Industrial Engineering IIT Roorkee. (доступ до відео лекцій <https://youtu.be/QVATa8R1kvg>)
9. Manufacturing Guidelines for Product Design. Department of Mechanical and Industrial Engineering IIT Roorkee. (доступ до відео лекцій <https://youtu.be/udM9CrT38AM>)
10. Design for Quality, Manufacturing and Assembly NPTEL-NOC IITM (National Programme on Technology Enhanced Learning (NPTEL)) (доступ до відео лекцій https://youtube.com/playlist?list=PLYqSpQzTE6M_1kARI-8O0ZJtWd9bAsRe)

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Розділ 1 Дизайн для складання

Лекція 1. Тема 1. Вступ

1.1 Що таке дизайн для виробництва та складання?

1.2 Історія

1.3 Реалізація дизайну для складання

1.4 Рекомендації щодо продуктивності

1.5 Як працює DFMA?

Сфери використання дизайну для виробництва та складання. Історія розробки методології DFMA. Три критерії методології DFA, за якими кожна частина повинна перевірятися, коли вона додається до продукту під час складання. Приклади застосування методології на конкретних вузлах.

Практичне заняття 1. Приклади використання методології DFMA

Розгляд використання методології DFMA на збірках. Приклади готових вузлів до яких була застосована методологія.

Лекція 2. Тема 2. Вибір матеріалів і процесів

2.1 Загальні вимоги до початкових матеріалів і вибору процесу

2.2 Вибір виробничих процесів

2.3 Можливості процесів

Перша частина проектування виробництва - ранній вибір комбінацій матеріалів і процесів для виготовлення деталей. Зв'язок між плануванням процесів і операцій. Проблеми вибору процесів. Класифікація процесів на: первинні процеси, первинні/вторинні процеси, третинні процеси.

Практичне заняття 2. Можливості процесів. Розгляд найпоширеніших процесів, їх можливостей, відповідних матеріалів. Перегляд відео з демонстрацією процесів. Обговорення недоліків та переваг та можливостей процесів.

Лекція 3. Тема 2. Вибір матеріалів і процесів

2.4 Вибір матеріалів

2.5 Вибір первинного процесу/матеріалу

2.6 Систематизація вибору процесів і матеріалів

Матриця сумісності для вибраного діапазону процесів і типів матеріалів. Деякі загальні можливості ряду широко використовуваних процесів, здатності формування потрібної форми і характеристик деталей, різними процесами. Розгляд загальних характеристики форми деталі. Групування матеріалів у класи, сумісні з процесом. Вибір матеріалу шляхом модифікованої функції приналежності.

Практичне заняття 3. Вибір матеріалів і процесів для заданої деталі. Приклад застосування методології.

Використання матриці вибору процесів/матеріалів за рекомендаціями Boothroyd-Dewhurst (B&D). Застосування таблиць з рекомендаціями на практиці. Попередній вибір всіх можливих процесів та матеріалів для заданої деталі.

Лекція 4. Тема 3. Дизайн продукту для ручного складання

3.1 Загальні вказівки щодо проектування для ручного складання

3.2 Великі збірки

3.3 Види методів ручного складання

3.4 Якість збірки

3.5 Застосування кривих навчання до визначення часу DFA

Загальні вказівки щодо проектування для ручного складання. Інструкції щодо процесу взяття деталей. Інструкції щодо процесу збірки та кріплення. Розробка систематизації проектування для методології складання. Ефективність складання. Система класифікації для процесів ручного складання. Вплив симетрії частин на час обробки.

Практичне заняття 4. Аналіз конструкції виробу на предмет простоти складання. Використання системи класифікації для процесів, визначення впорядкування характеристик деталей, які впливають на процес узяття рукою, переміщення, орієнтацію, збірки та закріплення частини разом із деякими операціями, які не пов'язані з окремими частинами, наприклад перевертання вузла. Визначення ефективності складання.

Лекція 5. Тема 4. Дизайн для високошвидкісного автоматичного складання та роботизованого складання

4.2 Конструкція деталей для високошвидкісної подачі та орієнтування

4.3 Високошвидкісне автоматичне складання

4.4 Загальні правила проектування продукції для автоматизованого складання

Конструкція деталей для високошвидкісної подачі та орієнтування. Вартість подачі та орієнтування частин.

Практичне заняття 5. Аналіз конструкції виробу на предмет простоти складання, розгляд окремих елементів конструкції деталі на складність складання. Зменшення проблем зі складанням диска. Запобігання застряганню під час складання. Вплив дизайну фаски на операції збірки. Вплив симетрії для частин, які сильно з'єднуються або сплутуються і можуть потребувати пінцета для захоплення та маніпулювання. Вплив ускладненого доступу та обмеження видимості на збірку різьбових кріплень різних конструкцій. Вплив ускладненого доступу та обмеженої видимості на операції заклепки.

Лекція 6. Тема 4. Дизайн для високошвидкісного автоматичного складання та роботизованого складання

4.5 Конструкція деталей для подачі та орієнтування

4.6 Проектування продукту для роботизованого складання

Характеристики деталі, які можуть ускладнити подачу. Система визначення ефективності орієнтування та вартості механізму подачі Cr за Boothroyd-Dewhurst (B&D). Високошвидкісне автоматичне складання. Система класифікації за Boothroyd-Dewhurst (B&D). Загальні правила проектування продукції для автоматизованого складання

Практичне заняття 6. Використання системи класифікації за Boothroyd-Dewhurst (B&D).

Практичне застосування системи класифікації для високошвидкісного автоматичного складання та роботизованого складання в залежності від симетрії та характеристик деталей і визначення середні величини ефективності орієнтування E та вартості механізму подачі Cг.

Розділ 2 Дизайн для виробництва

Лекція 7. Тема 5. Загальні правила проектування для механічної обробки

5.1 Конструкція деталей для обробки різанням

5.2 Конструкція деталей для обробки точіння

5.3 Конструкція деталей для обробки свердлінням та суміжні з ним роботи

5.4 Конструкція деталей для обробки фрезерування

5.5 Конструкція деталей для обробки стругання та довбання

5.6 Конструкція деталей для обробки протягування

Форма матеріалу заготовки. Обробка основних форм компонентів. Дископодібні обертові компоненти ($L/D \leq 0,5$), короткі циліндричні компоненти ($0,5 < L/D < 3$), довгі, циліндричні обертові компоненти ($L/D \geq 3$), необертові компоненти ($A/B \leq 3$, $A/C \geq 4$), довгі, необертові компоненти ($A/B > 3$), кубічні компоненти, що не обертаються ($A/B < 3$, $A/C < 4$). Економічні обсяги виробництва при точінні, свердління, фрезеруванні, струганні та довбанні та протягуванні. Рекомендації щодо проектування компонентів для цих видів обробки. Контроль розмірів. Розмірні фактори та допуски

Практичне заняття 7. МКР 1 (45хвилин). Правила проектування деталей для механічної обробки. Проектування деталі для обраного способу механічної обробки. Вибір форми матеріалу, призначення розмірів та допусків.

Лекція 8. Тема 5. Загальні правила проектування для механічної обробки

5.7 Конструкція деталей для обробки шліфування різьби

5.8 Конструкція деталей для обробки зубонарізання

5.9 Конструкція деталей для обробки плоске шліфування

5.10 Конструкція деталей для обробки врізне шліфування

5.11 Конструкція деталей для обробки безцентрове шліфування

Економічні обсяги виробництва при різних видах шліфування та зубонарізання. Рекомендації щодо проектування компонентів для цих видів обробки. Контроль розмірів. Розмірні фактори та допуски

Практичне заняття 8. Правила проектування деталей для механічної обробки. Проектування деталі для обраного способу механічної обробки. Вибір форми матеріалу, призначення розмірів та допусків.

Лекція 9. Тема 6. Загальні правила проектування для виливок

6.1 Лиття у вологий пісок (піщано -глинисту форму)

6.2 Лиття в оболонку

6.3 Лиття по піні, що виплавляється (випарний зразок)

6.4 Лиття в постійну форму

Формування у сухому піску. Формування холодним затвердінням. Лиття в оболонку. Лиття по піні, що виплавляється (випарний зразок). Лиття в постійну форму. Проектування та рекомендації. Усадка, лінія розділення форми. Осадка. Міцність виливок, проектування ребер міцності, кутів та заокруглень. Рекомендації щодо проектування товщини стінки. Проектування порожнин та зменшення ваги виливка. Використання сердечників. Рекомендовані допуски.

Практичне заняття 9. Проектування виливка. Визначення розрахункової маси виливка. Визначення типу виробництва і групи конструктивно-технологічної складності виливка, опис параметрів, по яким було визначено групу. Обрання способу виготовлення заготовки.

Лекція 10. Тема 6. Загальні правила проектування для виливок

6.5 Відцентрове лиття

6.6 Лиття в гіпсові форми

6.7 Лиття в керамічні форми

6.8 Лиття по виплавленим моделям (lost-wax process)

6.9 Лиття під тиском

Лиття в постійну форму та рекомендації щодо дизайну. Проектування та рекомендації. Припуски на механічну обробку. Відцентрове лиття - проектні міркування. Лиття в гіпсові форми. Усадка, лінія розділення форми. Осадка. Міцність виливок, проектування ребер міцності, кутів та заокруглень. Рекомендації щодо проектування товщини стінки. Проектування порожнин та зменшення ваги виливка. Використання сердечників. Рекомендовані допуски.

Практичне заняття 10. Проектування виливка. Продовження практичного заняття 9. Вибір оптимального варіанта і обґрунтування вибору. Аналіз технологічності деталі з точки зору отримання виливка (використовувати рекомендації, надані в лекціях відповідно до обраного способу лиття.

Лекція 11. Тема 7. Загальні правила проектування деталей отриманих методом екструзії металів

7.1 Детальні рекомендації по дизайну холодно екструдійних деталей.

Детальні рекомендації по дизайну деталей отриманих методом екструзії. Розмірні фактори. Рекомендовані допуски.

Тема 8. Загальні правила проектування деталей отриманих різними способами обробки металів.

8.1 Прецизійне штампування

8.2 Пружини та дротяні форми

8.3 Холодна осадка (висадка)

Штампування металів, рекомендації щодо використання матеріалу. Проектування кутів та заокруглень. Смуга невикористаного матеріалу. Допуск на обробку. Проектування ребра міцності. Рекомендації щодо малосерійного штампування. Розмірні фактори. Прецизійне штампування. Пружини та дротяні форми. Види пружин. Рекомендації щодо проектування цих елементів. Відцентрове лиття. Допуски і відхилення.

Практичне заняття 11. Проектування деталі для штампування.

Оптимізація використання матеріалу. Визначення розмірів кутів та заокруглень. Вибір допусків на обробку. Проектування ребер міцності. Визначення допусків і відхилень відцентрового лиття.

Лекція 12. Тема 8. Загальні правила проектування деталей отриманих різними способами обробки металів

8.4 Ротаційне обтискання

8.5 Виробництво гнутих профілів

8.6 Деталі порошкової металургії

8.7 Процеси кування

Ротаційне обтискання, рекомендації щодо проектування. Розмірні фактори та допуски. Згини труб і секцій. Розмірні фактори та допуски. Виробництво гнутих профілів, радіуси вигину, довжина деталі. Проектування широких секцій. Симетричні або збалансовані форми. Розмірні фактори та допуски. Деталі порошкової металургії, рекомендації щодо проектування товщини стінки, радіусів та заокруглень. Процеси кування, рекомендації щодо креслень.

Практичне заняття 12. Проектування деталі для порошкової металургії.

Визначення розмірів та допусків деталей для порошкової металургії. Проектування товщини стінки, радіусів та заокруглень.

Лекція 13. Тема 8. Загальні правила проектування деталей отриманих різними способами обробки металів

8.10 Електроформування

8.11 Деталі, виготовлені спеціальними методами формування

8.12 Електромагнітне формування (EMF), інші процеси HVF

8.13 Лиття під тиском металу (іноді його називають ініціалами MIM)

Рекомендації щодо дизайну деталей, отриманих методом електроформування. Деталі, виготовлені спеціальними методами формування. Витягнуті деталі. Електромагнітне формування (EMF), інші процеси HVF. Рекомендації щодо дизайну та допуски.

Практичне заняття 13. МКР 2 (45 хвилин). Проектування деталей для виготовлення спеціальними методами формування (на вибір). Детальний розгляд процесів. Дизайн деталі для обраного спеціального метода формування. Вибір допусків на розміри.

Лекція 14. Тема 9. Загальні правила проектування деталей з термореактивного пластика

9.1 Процеси термореактивного формування

9.2 Конструкційно-піноформовані деталі

9.3 Лиття під низьким тиском

9.4 Лиття під високим тиском

Процеси термореактивного формування. Відповідні термореактивні матеріали. Фенольні сполуки. Сполуки сечовини. Сполуки меламіну. Діалілфталатні формувальні суміші. Поліефірні формувальні суміші. Алкідиди. Епоксидні формувальні суміші. Силіконові формувальні суміші. Бісмеліаміди. Поліаміди. Рекомендації по дизайну. Товщина стінки, підрізи, лінія розділення прес-форм, гострі кути. Розмірні фактори. Допустимі відхилення. Термопластичні деталі, виготовлені під тиском. Відповідні матеріали. Рекомендації по дизайну. Розмірні фактори та рекомендації щодо допусків.

Практичне заняття 14. Проектування деталей з термореактивного пластика.

Детальний розгляд чотирьох процесів термореактивного формування та вибір матеріалів. Дизайн деталі із термореактивного пластика для обраного процесу. Проектування товщини стінки, підрізів, ліній розділення прес-форм, призначення радіусів заокруглення на гострі кути. Призначення допустимих відхилень.

Лекція 15. Тема 9. Загальні правила проектування деталей з термореактивного пластика

9.5 Інжекційне лиття під тиском (RIM)

9.6 Формування під тиском газу

9.7 Спільне литтєве або сендвічне формування

9.8 Лиття під тиском із застосуванням газу

9.9 Пластмасові деталі процесу ротаційного формування

Інжекційне лиття під тиском (RIM). Формування під тиском газу. Спільне литтєве або сендвічне формування. Лиття під тиском із застосуванням газу. Характеристики та застосування. Відповідні матеріали. Рекомендації по дизайну. Товщина стінки. Перехід між товщиною стінки. Заокруглення та радіуси. Ребра. Елементи типу решітка та слоти.

Практичне заняття 15. Проектування деталей з термореактивного пластика.

Продовження теми практичного заняття 14. Детальний розгляд п'яти процесів термореактивного формування та вибір матеріалів. Дизайн деталі із термореактивного пластика для обраного процесу. Вибір матеріалу. Проектування товщини стінки, підрізів, ліній розділення прес-форм, призначення радіусів заокруглення на гостри кути. Призначення допустимих відхилень.

Розділ 3 Дизайн для досконалості

Лекція 16. Тема 10. Дизайн для досконалості. Атрибути якісно спроектованого виробу.

10.1 Проектування для якості

10.2 Проектування для надійності

10.3 Проектування для зручності обслуговування/ремонтпридатності

10.4 Проектування для безпеки

Атрибути якісно спроектованого виробу. Продуктивність: наскільки добре працює продукт. Особливості продукту: скільки вторинних характеристик має продукт, щоб посилити його основну функцію.

Надійність: деякі визначають як якість у часовому вимірі; наскільки продукт зберігає свою якість.

Відповідність: наскільки продукт відповідає встановленим для нього специфікаціям або стандартам.

Довговічність: як довго виріб служить у використанні. Ремонтпридатність: наскільки легко обслуговувати продукт. Естетичність: наскільки привабливий продукт. Відчувана якість. Наскільки висока, на думку користувачів, якість продукту; тобто репутація якості продукту.

Практичне заняття 16. Аналіз обраного виробу на його якість, надійність, зручність обслуговування, безпеку, ергономічність.

Лекція 17. Тема 10. Дизайн для досконалості. Атрибути якісно спроектованого виробу.

10.5 Проектування для навколишнього середовища

10.6 Проектування для зручності користувача

10.7 Проектування для короткого виходу на ринок

10.8 DFX для виробництва малої кількості

10.9 Майбутнє DFX

Безпека: наскільки конструкція знижує ризик для осіб, які з нею контактують. Екологічність тісно пов'язана з безпекою та охоплює три фази: (1) виготовлення, (2) використання та (3) утилізація продукту.

Зручність або ергономічність: наскільки продукт підходить людям і наскільки простий у використанні.

Короткий час виходу на ринок: наскільки дизайн підходить для виробництва за короткий час. Можливість оновлення: наскільки легко продукт можна модифікувати в майбутньому для включення покращених або додаткових функцій.

Практичне заняття 17. Продовження практичного заняття. Аналіз обраного виробу на його якість, надійність, зручність обслуговування, безпеку, ергономічність.

Лекція 18. Тема 11. Управління DFM/DFX. Concurrent Engineering (Одночасне проектування).

11.1 Етапи процесу

11.2 Перешкоди, з якими стикаються інженери-конструктори

11.3 Планування послідовності

11.4 Ризики паралельного проектування

11.5 Командна робота/співпраця між інженерами-проектувальниками та інженерами-виробниками.

Короткий огляд методу, що використовується при розробці нового продукту, коли різні відділи, які беруть участь у проектуванні, виробництві та продажу продукту, працюють разом від початку проекту. Чотири ключові елементи паралельного проектування: одночасність, обмеження, координація, консенсус. Кілька коментарів щодо Team Building. Використання паралельного/одночасного проектування.

Практичне заняття 18. Залік.

6. Самостійна робота студента

Для самостійної роботи студента передбачено 78 годин. Самостійна робота студента призначена для опанування навчальної дисципліни, зокрема, підготовка до лекцій та практичних робіт. Підготовка до практичних занять складається з підготовки презентацій, де студент відображає результати виконання завдань з практичних робіт, а також підготовка до модульної контрольної роботи та заліку. Також до самостійної роботи відноситься опрацювання додаткових літературних джерел, перегляд відео за темою лекційних і практичних робіт, які надаються на практичних заняттях для розширення знань з лекційного матеріалу.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Опрацьовуючи навчальний матеріал дисципліни студенти протягом семестру працюють над завданнями, які задаються на практичних заняттях. Виконане завдання оформлюється у вигляді презентації та додаткових розрахунків (якщо необхідно) по кожному практичному заняттю згідно з темою поточного практичного заняття. За бажанням і узгодженням з викладачем, студенти можуть працювати в команді із 2-5 чоловік, а також самостійно. Якщо студенти працюють у команді, всі студенти-учасники команди отримують однакову кількість балів за виконання завдань. Розподілення робіт між учасниками команди відбувається самостійно. Підготовка до заліку є самостійна робота студента по опрацюванню матеріалів. Модульна контрольна робота (МКР) складається з двох частин за тематикою розділів дисципліни. Кожну частину МКР студенти виконують самостійно на практичних заняттях упродовж 45 хвилин.

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Для студентів, які бажають повноцінно засвоїти програму курсу й отримати відмінні результати навчання, бажано 100% відвідування лекційних і практичних занять. Всі завдання, які виконуються на практичних заняттях потрібно виконати. Дедлайн відпрацювань – передостаннє практичне заняття. Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання. У разі відсутності у день написання модульної контрольної роботи (МКР) студент може поза межами аудиторних годин написати МКР. Повторне написання МКР не допускається.

Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів, списування під час контрольних робіт, копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи. Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Політика академічної поведінки і етики

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: практичні роботи, модульна контрольна робота.

Календарний контроль: провадиться 2 раз на семестр за встановленим графіком як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1) захист виконаного завдання: презентація та доповідь за темою завдання – 80 балів
- 2) виконання модульної контрольної роботи – 20 балів.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Робота на практичних заняттях

Виступ з вирішеним завданням та обґрунтованою доповіддю за темою практичного заняття:

Ваговий бал – 8. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює $8 \text{ балів} \times 10 = 80$ балів.

Захист виконаного завдання відбувається на наступному практичному занятті. Якщо захист відбувся невчасно, призначаються штрафні бали в кількості -2 бали від загальної оцінки виконаного завдання.

Критерії оцінювання знань студентів:

№	Оцінка	Кількість балів
1	Завдання не виконано, доповіді не було	0
2	Завдання виконано фрагментарно, термінологія вживається неточно чи відсутня або є помилки та неточності у вживанні термінології	5
3	Завдання виконано, тема розкрита, але неповністю продемонстровано знання у рамках програми вивчення дисципліни, в презентації матеріал представлений недостатньо зрозуміло.	6-7
4	Завдання виконано, тема розкрита, повністю продемонстровано знання у рамках програми вивчення дисципліни, в презентації матеріал представлений зрозуміло, спеціальні терміни вживаються точно та грамотно	8

2. Модульна контрольна робота:

Модульна контрольна робота проводиться у письмовій формі. Студенти мають виконати завдання, що відносяться до різних тем навчальної дисципліни. Робота включає одне завдання з 5 підпунктами. Ваговий бал за кожну правильну відповідь складає 4 бала. Кожна з відповідей оцінюється окремо, після чого отримані бали підсумовуються.

Максимальна кількість балів за написання модульної контрольної роботи дорівнює:

$$4 \text{ бали} \times 5 \text{ завдань} = 20 \text{ балів.}$$

Критерії оцінювання відповіді на модульній контрольній роботі

№	Оцінка	Кількість балів
1	відповідь на запитання відсутня	0
2	відповідь на запитання неповна	2.4
3	відповідь на запитання є, але з певними неточностями	3
4	відповідь на запитання повна, вичерпна, обґрунтована	4

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Заохочувальні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені. Штрафні бали передбачені за невчасне виконання завдань з практичних робіт. На практичних заняттях студенту задаються завдання, виконання яких є обов'язковими і захист яких передбачається на наступній парі практичного заняття, без штрафних балів. Якщо завдання не було здано вчасно, передбачено штраф у вигляді -2 бали від загальної оцінки завдання. Сума штрафних балів не може перевищувати 10% відсотків від рейтингової шкали, тобто $100 \times 0,1 = 10$ балів.

Умови календарного контролю

Календарний контроль з навчальної дисципліни (освітнього компонента) проводиться, як правило, на 7-8 та 14-15 тижнях кожного семестру. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю з навчальної дисципліни є значення поточного рейтингу здобувача не менше, ніж 50 % від максимального можливого на час проведення такого контролю. Результати календарного контролю заносяться у модуль "Календарний контроль" Електронного кампусу.

Семестровий контроль

Розрахунок шкали (R) рейтингу

Рейтингова шкала дисципліни (RD) складає 100 балів та формується як сума рейтингових балів, отриманих студентом за підготовку презентації та доповіді на практичних заняттях, написання модульної контрольної роботи:

$$RD = 8 \times 10 + 4 \times 5 = 100 \text{ балів.}$$

Необхідною умовою допуску до заліку є виконання всіх практичних робіт та модульної контрольної роботи.

Студенти, які набрали 60 балів та бажають підвищити загальний рейтинг, виконують залікову контрольну роботу. При цьому всі бали, що були ними отримані протягом семестру, скасовуються.

Залікова контрольна робота оцінюється у 100 балів.

На заліку студенти отримують завдання, яке складається з 10 запитань. Кожне питання оцінюється окремо. Ваговий бал за кожну правильну відповідь складає 10 балів.

Критерії оцінювання відповіді на модульній контрольній роботі:

№	Оцінка	Кількість балів
1	відповідь на запитання відсутня	0
2	відповідь на запитання неповна	6-7
3	відповідь на запитання є, але з певними неточностями	8-9
4	відповідь на запитання повна, вичерпна, обґрунтована	10

Для отримання студентом залікової оцінки, сума всіх отриманих протягом семестру або на заліковому занятті рейтингових балів переводиться згідно з таблицею:

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)

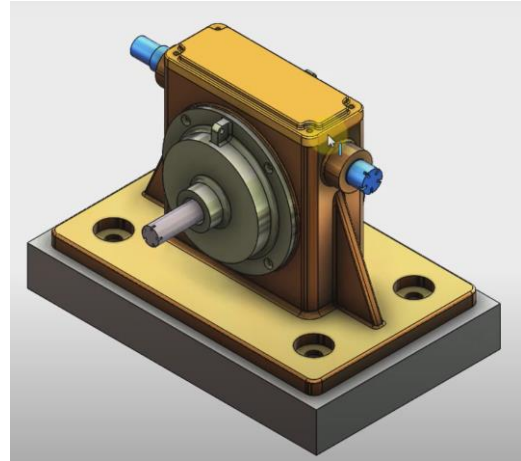
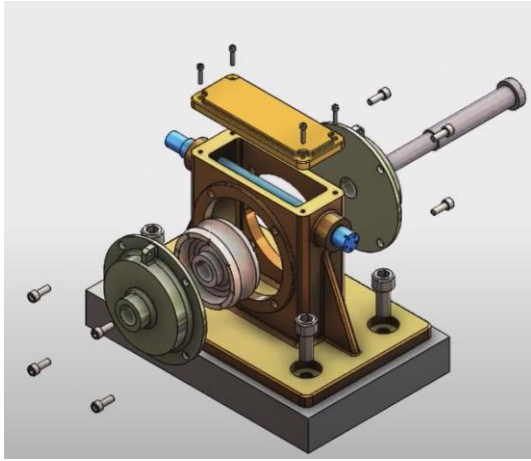
Можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою відповідно до Положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті <https://osvita.kpi.ua/node/179>

Приклад завдання, що виноситься на модульну контрольну роботу.

Завдання: редизайн збірки. Відповідно до вашого номеру варіанту, детально розберіть збірку.

Виконайте завдання в наступній послідовності

1. Визначте порядок складання збірки, та опишіть його. Порахуйте кількість елементів збірки.
2. Визначить стандартні елементи, які не будуть підлягати редизайну.
3. Знайдіть деталі, які можна видалити, або об'єднати з іншими деталями. Кожну деталь опишіть окремо. Чому саме її можна видалити або об'єднати?
4. Так само опишіть всі деталі, які на ваш погляд потрібно залишити, та обґрунтувати ваше рішення.
5. Переробить збірку, намалюйте ескізи окремих деталей, які ви переробили (або об'єднали з іншими). Вкажіть кількість деталей у збірці після перероблення.



Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., старший викладач, Парненко Валерія Сергіївна,

Ухвалено кафедрою конструювання машин НН ММІ (протокол №7 від 20.12.2022р.).

Погоджено Методичною комісією НН ММІ (протокол №4 від 22.12.2022р.).