



Теорія та процеси заготівельно-штампувального виробництва

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 Інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Технологія виробництва літальних апаратів
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна(денна)/заочна
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	6 кредита ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	Згідно rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент Орлюк Михайло Володимирович, т. 067/4172895, minorkpi@ukr.net Лабораторні, практичні: відповідно до педагогічного навантаження
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua , сайт кафедри ТВЛА

Програма навчальної дисципліни

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

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей:

- визначати можливість виготовлення заданих деталей методами холодного штампування;
- розробляти раціональні технології виготовлення деталей у відповідності до заданої серійності виробництва;
- виконувати необхідні технологічні розрахунки;
- здійснювати вибір раціональних конструкцій штампового оснащення;
- виконувати необхідні конструкторські розрахунки
- враховувати при виконанні розрахунків специфіку виробництва літаків.

Фахові компетентності:

ФК3. Здатність проводити технологічну і техніко-економічну оцінку ефективності використання нових технологій і технічних засобів.

ФК4. Здатність здійснювати оптимальний вибір технологічного обладнання, комплектацію технічних комплексів, мати базові уявлення про правила їх експлуатації.

ФК7. Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки.

ФК8. Здатність до просторового мислення і відтворення просторових об'єктів, конструкцій та механізмів у вигляді проекційних креслень та тривимірних геометричних моделей.

ФК15. Здатність ідентифікувати необхідні фізико-механічні властивості агрегатів, вузлів та деталей літального апарату в залежності від їх призначення та умов експлуатації.

ФК16. Здатність визначати можливість виготовлення деталей методами холодного штампування, розробляти оптимальні технології виготовлення деталей у відповідності до заданої серійності виробництва.

Студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- матеріалів (та їх властивостей), що використовуються для виготовлення деталей та конструкцій методами холодного штампування (з урахуванням відмінностей, зумовлених специфікою виробництва літаків);
- базових принципів побудови раціональних технологічних процесів виготовлення деталей методами холодного штампування та правил виконання технологічних розрахунків;
- методики проектування штампового оснащення та виконання необхідних конструкторських розрахунків з урахуванням специфіки виробництва літаків

уміння:

- уміння аналізувати технологічність виробу із листового матеріалу;
- уміння проектувати геометричні параметри заготовки, які забезпечують виготовлення деталі за заданими параметрами;
- уміння виконувати розрахунки параметрів технологічного процесу;
- уміння здійснювати вибір технологічних схем формоутворення деталей;
- уміння виконувати необхідний перевіірочний або проектний розрахунок конструкції;

досвід:

- застосування знань і умінь при розробці технологічних процесів холодного штампування.

Результати навчання:

РН23. Знати та вміти застосовувати базові принципи побудови раціональних технологічних процесів заготівельно-штампувального виробництва деталей та правил виконання технологічних розрахунків.

РН24. Знати та вміти проектувати геометричні параметри заготовки, які забезпечують виготовлення деталі за заданими параметрами, розраховувати параметри технологічного процесу із врахуванням ефективного використання матеріалу та вибору технологічного обладнання в залежності від серійності виробництва.

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

Пререквізити дисципліни: «Деталі машини і основи конструювання», «Механіка матеріалів та конструкцій»

Навчальна дисципліна є базовою у підготовці фахівців кафедрою ТВЛА. Отримані знання та навички після засвоєння кредитного модуля використовуються при виконанні курсової роботи та дипломному проектуванні.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Загальна характеристика заготівельно-штампувальних робіт.

Розділ 2. Роздільні операції.

Тема 2.1. Класифікація процесів розкрою.

Тема 2.2. Механізм деформування, силові та технологічні параметри процесу.

Тема 2.3. Розкроювання на ножицях.

Тема 2.4. Розкроювання в штампах.

Тема 2.5. Перспективні способи розкроювання.

Розділ 3. Формозмінні операції.

Тема 3.1. Гнуття.

Тема 3.2. Витягування.

Тема 3.3. Відбортовка.

Тема 3.4. Обтиск та роздача.

Тема 3.5. Формування та обтягування

Розділ 4. Операції об'ємного штампування.

Розділ 5. Інші методи виконання операцій.

Розділ 6. Штампування деталей складної форми.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Заготівельно-обробні технології у виробництві аерокосмічних літальних апаратів. Частина 1./ Г.Ф. Арістов, О.В. Гайдачук, В.М. Корбін та ін./-К.: УкрНІАТ. 2014.-310с
2. Заготівельно-обробні технології у виробництві аерокосмічних літальних апаратів. Частина 2./ Г.Ф. Арістов, О.В. Гайдачук, В.М. Корбін та ін./-К.: УкрНІАТ. 2015.-335с
3. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт кредитного модуля «Технологія холодного штампування та конструювання штампів-1» підготовки бакалавра спеціальності 131 Прикладна механіка спеціалізацій Системи комп'ютерних технологій машинобудування пластичним формоутворенням, Технології композиційних та наноструктурних конструкцій, Технології озброєння та засобів безпеки / Уклад.: Орлюк М.В., Вишневський П.С. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 61 с. Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20855>
4. Методичні вказівки до практичних занять студентів кредитного модуля «Технологія холодного штампування та конструювання штампів 2» підготовки бакалавра спеціальності 131 Прикладна механіка спеціалізацій Системи комп'ютерних технологій машинобудування пластичним формоутворенням, Технології композиційних та наноструктурних конструкцій, Технології озброєння та засобів безпеки / Уклад.: Орлюк М.В., Вишневський П.С. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 43 с. Режим доступу: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20856>
5. Орлюк, М. В. Технологія холодного штампування та конструювання штампів. Курсова робота [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Прикладна механіка пластичності матеріалів» спеціальності 131 Прикладна механіка / М. В. Орлюк, П. С. Вишневський ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,09 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 80 с. Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48480>

Допоміжна

6. Боков, Віктор Михайлович. Проектування штампів : підручник для студентів вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації, що навчаються за спеціальністю 131 "Прикладна механіка" / В.М. Боков ; Міністерство освіти і науки України, Центральноукраїнський національний технічний університет. - Кропивницький : ПП "Ексклюзив-Систем", 2017. - 364 с.
7. Технологія виробництва деталей літальних апаратів. Книга 1: Підручник/ І.А. Грищенко, К.А. Животовська, В.М. Король та ін./-К.: Вища освіта. 2004.-448с
8. Технологія виробництва деталей літальних апаратів. Книга 2: Підручник / Ю.М. Терещенко, К.А. Животовська, Л.Г. Волянська та ін./-к.: НАУ. 2006.-492с

9. Ю. В. Ключников. Авіаційні матеріали та їх технології. Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти за освітньою програмою «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка / Ю. В. Ключников, О. Т. Сердітов, В. Л. Дубнюк - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 114 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Загальна характеристика заготівельно-штампувальних робіт Область застосування. Класифікація операцій. Технологічна характеристика матеріалів. Технологічні можливості листового штампування. Література: [1], стор. 5-21 Завдання на СРС. Технологічні можливості листового штампування.
2	Розкромлювання матеріалу. Класифікація процесів. Механізм деформування, силові та технологічні параметри процесу. Література: [1], стор. 21-29; [4], стор. 44-71 Завдання на СРС. Технологічні параметри процесу
3	Розкромлювання на ножицях та в штампах. Особливості застосування. Література: [1], стор. 33-41; [4], стор. 31-75 Завдання на СРС. Точність розкромлювання.
4	Типові схеми та конструкція штампів для вирубування-пробивання. Конструктивні особливості штампів послідовної та сумісної дії. Конструктивні особливості поопераційних штампів та штампів для поелементного штампування. Література: [4], стор. 319-338; [5], стор. 451-453. Завдання на СРС. Конструктивні особливості поопераційних штампів та штампів для поелементного штампування.
5	Основні розрахунки при проектуванні штампів для вирубування-пробивання Виконавчі розміри. Центр тиску штампа. Розрахунки на міцність та жорсткість Література: [4], стор. 75-78, [6], стор. 61-105; Завдання на СРС. Розрахунок виконавчих розмірів робочих інструментів для вирубування і пробивання при їх сумісному виготовленні.
6	Перспективні способи розкромлювання Координатне пробивання, лазерне, гідро-абразивне та плазмове різання.
7	Гнуття листових заготовок Напружено-деформований стан. Граничні радіуси гнуття. Пружинення. Визначення розмірів заготовки (довжини розгортки). Література: [1], стор. 44-67, [4], стор. 141-144; [5], стор. 60-65. Завдання на СРС. Визначення довжини заготовки при гнутті з мінімальними радіусами.
8	Гнуття профілів та труб. Гнуття з додатковим розтягом або стисканням Особливості гнуття профілів та труб. Гнуття з тангенціальним розтягом, тангенціальним стисканням, радіальним стисканням Література: [1], стор. 67-86

	Завдання на СРС. Гнуття з тангенціальним або радіальним стисканням
9	Витягування без потоншення Напружено-деформований стан. Визначення розмірів заготовки. Технологічні розрахунки. Література: [1], стор. 88-111, [4], стор. 148-173, 187-191 [5], стор. 155-160, [6], стор. 232-246, 250-253. Завдання на СРС. Побудова форми проміжних переходів при витягуванні.
10	Відбортровка, обтиск, роздача, формування та обтягування Напружено-деформований стан. Визначення розмірів заготовки. Технологічні розрахунки. Література: [1], стр. 111...152, [4], стор. 241-253 Завдання на СРС. Інтенсифікація обтискування та роздавання.
11	Операції об'ємного штампування. Витягування з потоншенням. Ротаційне видавлювання. Холодне видавлювання. Осадження труб та країв листів. Література:[1], стр. 152...165, [4], стор. 175-178, [5], стор. 232-246, 250-253. Завдання на СРС. Ротаційне видавлювання. Холодне видавлювання.
12	Інші методи виконання операцій. Штампування деталей складної форми Штампування еластичними середовищами та рідиною. Штампування деталей складної форми. [1], стр. 173...221 Завдання на СРС. Штампування ступінчастих деталей та деталей конічної форми.

Практичні заняття

Метою практичних занять (9 годин) є набуття умінь і навичок розробки технологій листового штампування і конструювання відповідного штампового оснащення для розділових операцій при виконанні розрахунково-графічної роботи [2].

№ з/п	Тема практичного заняття та перелік основних питань
1	Технологічні розрахунки операцій вирубування і пробивання. Вибір розкрою, визначення ширини смуги, розкрій листа, знаходження коефіцієнтів використання матеріалу і розкрою, визначення кроку подачі. Визначення зусиль вирубування і пробивання, зйому відходів з пуансону і проштовхування деталей у матрицю.
2	Виконавчі розміри при вирубуванні-пробиванні Вибір зазорів між матрицею і пуансоном. Розрахунки виконавчих розмірів, які збільшуються, зменшуються або не змінюються за зношування контуру робочих інструментів.
3	Гнуття. Технологічні розрахунки. Підрахунок розмірів та форми розгортки гнутих деталей. Урахування відпруження за гнуття. Підрахунок зусиль гнуття, притиску або калібрування.
4	Витягування без потоншення. Розрахунок розмірів заготовок. Розрахунки кількості переходів отримання деталі та технологічних зусиль. Визначення зазорів між матрицею і пуансоном, виконавчих розмірів пуансону і матриці.

Лабораторні заняття

Лабораторні роботи (18 годин) направлені на закріплення отриманих студентами теоретичних знань та отримання практичних навичок дослідження основних технологічних процесів холодного штампування та роботи з штамповим оснащенням [3]

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Механічні випробування листових конструкційних матеріалів. Знайомство з методами випробування ЛКМ на твердість, одноосьове та двохосьове розтягування та анізотропію властивостей. Література: [4], стор. 11-31.	2
2	Технологічні випробування листових конструкційних матеріалів. Оцінка придатності листових конструкційних матеріалів до формозміни за результатами технологічних випробувань на згин, витягування та відбортовування. Література: [4], стор. 11-31.	2
3	Вивчення процесів вирубування-пробивання в штампах. Дослідження впливу величини зазору між пуансоном і матрицею на процес розділення, характер поверхні зрізу та зусилля процесу. Література: [4], стор. 71-74; [5], стор. 23-24.	2
4	Гнуття в штампах. Спружинювання при гнутті. Дослідження процесу гнуття ЛКМ в штампах. Вплив механічних властивостей матеріалу та геометричних параметрів інструменту на величину кута спружинювання. Література [4], стор. 132-136	2
5	Вивчення конструкцій штампів для листового штампування. Встановлення та налагодження їх на пресі. Вивчення особливостей конструкцій штампів. Засвоєння методів і прийомів розбирання та складання штампів, встановлення та налагодження їх на пресі. Правила розрахунку виконавчих розмірів пуансонів та матриць. Правила виконання креслень штампів та їх деталей. Література: [4], стор. 304-317	8

6. Самостійна робота студента

Час для самостійної роботи (66 годин) використовується студентом для підготовки до аудиторних занять, до модульних контрольних робіт та для підготовки до іспиту (36 годин).

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- відвідування та виконання лабораторних занять є обов'язковою складовою вивчення матеріалу;
- на лекції заборонено відволікати викладача від викладання матеріалу, усі питання, уточнення та ін. студенти задають в кінці лекції у відведений для цього час;
- лабораторні роботи виконуються та захищаються у два етапи – перший етап: студенти виконують завдання на допуск до захисту лабораторної роботи; другий етап – захист лабораторної роботи;
- модульні контрольні роботи пишуться на лекційних заняттях без застосування допоміжних засобів (мобільні телефони, планшети та ін.);

- заохочувальні бали нараховуються за участь в модернізації контрольних робіт, розробці презентацій лекційних занять. Кількість заохочуваних балів на більше 5;
- штрафні бали виставляються за недопуск до лабораторної роботи в зв'язку з неготовністю студента та пропуск лабораторних та контрольних робіт без поважних причин. Кількість штрафних балів на більше 5.

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

Поточний контроль: МКР

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

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: зарахування усіх лабораторних робіт та семестровий рейтинг більше 25 балів.

Рейтинг студента у семестрі складається з балів, які він набрав за:

- виконання та захист 5 лабораторних робіт;
- роботу на практичних заняттях
- дві модульні контрольні роботи;
- відповідь на екзамені.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

Лабораторні роботи (ЛР)

Ваговий бал за лабораторну роботу – 2 (крім останньої). Ваговий бал п'ятої лабораторної роботи – 6. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює 14.

Максимальна кількість балів за лабораторну роботу встановлюється за своєчасно та самостійно виконану та відмінно захищену роботу. За несвоечасну здачу без поважної причини та несамостійне виконання роботи знімається по 0,5 бали відповідно. За недоліки і помилки у протоколі, кресленнях та помилки при захисті роботи може зніматися по 0,2 бали відповідно.

Практичні заняття

За активну роботу під час практичного заняття студент може отримати 1 бал. Максимальна кількість балів – 4.

Модульний контроль (МКР)

Ваговий бал модульної контрольної роботи – 16. Максимальна кількість балів за дві контрольні роботи – 32.

Контрольна робота не зараховується, якщо підсумковий результат менше 9 балів ($R_{МКР} < 9$).

Штрафні бали:

- недопуск до лабораторної роботи в зв'язку з неготовністю студента – 1 бал;
- пропуск лабораторної роботи без поважних причин – 1 бал;
- пропуск контрольної роботи без поважної причини – 2 бали

Заохочувальні бали (до 5 балів) нараховуються за участь в модернізації лабораторних робіт, розробці презентацій лекційних занять.

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює 50. Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, а також стартовий рейтинг (r_c) не менше 25 балів.

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три теоретичних питання і два практичних. Перелік питань наведений у методичних рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Кожне питання оцінюється у 10 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9-10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 7-8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 6 балів;

– «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання практичного запитання:

– «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 10 балів;

– «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 8...9 балів;

– «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 6...7 балів;

– «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

Загальна сума балів отриманих здобувачем переводиться до оцінки згідно таблиці 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)

- *перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (додаток до силабусу);*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент, к.т.н., Орлюк Михайло Володимирович

Ухвалено кафедрою ТВЛА (протокол № 16 від 06.07.2022)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № 11 від 29.08.2022)

¹ Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.