

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Технології виробництва авіаційних двигунів (№ 204)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Керівник проектної групи
 Ю. О. Невешкін
«___» _____ 2021

**РОБОЧА ПРОГРАМА *ВИБІРКОВОЇ*
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Методи формоутворення поверхонь авіаційних двигунів та енергетичних установок

(назва навчальної дисципліни)

Галузі знань: _____ 15 Автоматизація та приладобудування _____
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровні технології
(код та найменування напряму підготовки)

Освітня програма: Комп'ютерні технології проектування та виробництва 4 та 3 роки

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Робоча програма Методи формоутворення поверхонь авіаційних двигунів та енергетичних установок

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

освітньою програмою «Комп'ютерні технології проектування та виробництва» 4 та 3 роки

« 02 » липня 2021 р., - 11 с.

Розробник: Худяков С. В. доцент каф. 204, к.т.н., доцент

(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри _____
Технології виробництва авіаційних двигунів

Протокол № 10 від « 02 » липня 2021 р.

Завідувач кафедри д. т. н. професор

(наукова ступінь та вчене звання)

А. І. Долматов

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів: 7,5	Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування» (шифр і назва)	Вибіркова
Кількість модулів 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 6		2021/2022
		Семестр
Індивідуальне завдання (тема курсового проекту): «Проектування оброблення поверхонь деталей авіаційного двигуна»	Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровні технології» (шифр і назва)	5-й
		Лекції
		64 год.
		Практичні заняття:
Загальна кількість годин – 165: 104/225	Освітня програма «Комп'ютерні технології проектування та виробництва»	40 год
		Лабораторні роботи
		-
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6,5 самостійної роботи студента – 7,56	Рівень вищої освіти: перший (бакалавр)	Самостійна робота:
		85+36(КП)=121 год.
		Вид контролю
		модульний контроль, іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
 $104/121 = 0,86$

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – засвоєння сучасних засобів та методів оброблення поверхонь деталей авіаційних двигунів, забезпечення найбільшої продуктивності та їх застосування.

Завдання - набуття студентами необхідних професійних навичок ефективно проектувати сучасні технологічні операції двигунобудування.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

ФК2. Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в

системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях.

ФК3. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

ФК5. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.

ФК9. Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

Програмні результати навчання:

ПРН3. Вміти застосовувати сучасні інформаційні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктно-орієнтованого програмування, створювати бази даних та використовувати інтернет-ресурси.

ПРН4. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей.

ПРН8. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтовувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.

ПРН11. Вміти виконувати роботи з проектування систем автоматизації, знати зміст і правила оформлення проектних матеріалів, склад проектної документації та послідовність виконання проектних робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

ПРН12. Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.

Міждисциплінарні зв'язки:

ОК6 - Інженерна та комп'ютерна графіка; ОК9 – Фізика; ОК35 - Основи автоматизації проектування; ОК19 - Виробнича практика; ОК27 - Основи програмування обладнання з ЧПК; ОК29 - Інформаційне забезпечення гнучких виробничих систем; ОК31 – Технологія двигунобудування; ОК20 – ДП бакалавра

Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Оброблення зубчастих поверхонь.

Тема 1. Оброблення зубчастих поверхонь.

Класифікація зубчастих коліс, типові конструкції, заготовки коліс. Матеріали зубчастих коліс. Характеристики точності. Метод копіювання та метод обкатки. Зубофрезерування та зубодовбання. Характеристики методів, схеми оброблення, інструмент. Оброблення конічних зубчастих коліс. Методи зубошліфування, зубошевінгування. Методи зубохонінгування, притирання. Технологічні рекомендації при проектуванні оброблення зубчастих коліс. Розрахунки режимів різання для оброблення зубчастих поверхонь. Оброблення зовнішніх і внутрішніх шліцевих поверхонь.

Тема 2. Оброблення різьбових поверхонь.

Характеристика різьбових поверхонь. Оброблення різьбових поверхонь точінням. Різьбофрезерування, накатування різьби та розрахунок режимів різання.

Змістовний модуль 2. Оброблення поверхонь абразивним інструментом.

Тема 3. Оброблення шліфуванням.

Характерні особливості метода шліфування. Шліфувальний інструмент. Види шліфування.

Зовнішнє кругле шліфування. Види обладнання. Цикли шліфування. Загальні рекомендації про призначення параметрів та режимів шліфування. Шліфування внутрішніх та площинних поверхонь. Технологічні схеми, обладнання та інструмент, розрахунок режимів різання. Шліфування фасонних і профільних поверхонь. Безцентрове шліфування. Види кругів. Технологічні схеми, обладнання та інструмент.

Тема 4. Оброблення вільним абразивом.

Оброблення вільним абразивом та магнітно-абразивне оброблення. Схеми оброблення, технологічні параметри.

Змістовний модуль 3. Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі.

Тема 5. Проектування технологічних операцій.

Формування схеми оброблення, оцінка технологічності деталі, визначення обладнання та засобів технологічного оснащення.

Тема 6. Формування плану оброблення.

Розрахунок потрібного числа переходів, визначення плану оброблення елементарних поверхонь і всієї деталі.

Модульний контроль

Модуль 2.

Змістовний модуль 4. Методи фінішного оброблення поверхонь.

Тема 7. Методи фінішного оброблення особливо точних поверхонь.

Вимоги до якості відповідальних поверхонь авіаційних двигунів. Хонінгування та суперфінішування. Притирання та полірування. Методика розрахунку режимів оброблення.

Змістовний модуль 5. Електрофізичні, електрохімічні і комбіновані методи оброблення поверхонь.

Тема 8. Електрохімічне і електрофізичне і комбіноване оброблення.

Електроерозійне та. електрохімічне оброблення. Електронно-променеве та лазерне оброблення. Методи зачищення поверхонь деталей. Віб्रोабразивний татурбоабразивні методи. Електрохімічні та термокисневі методи. Ультразвукове, електроконтактне, анодно механічне оброблення.

Тема 9. Оброблення методами поверхневого пластичного деформування.

Характеристика методів ППД. Статичні та динамічні методи ППД. Обкатування, розкатування, алмазне виглаження, віброударне, обробка кульками. Ультразвукове оброблення.

Тема 10. Нанесення покриттів на деталі авіадвигунів. Засоби активного контролю.

Нанесення гальванічних покриттів на деталі авіадвигунів. Нанесення покриттів напиленням, випаровуванням та конденсацією в вакуумі. Детонаційне напилення.

Змістовний модуль 6. Оформлення технологічної документації.

Тема 11. Формування комплекта технологічної документації.

Види технологічних документів. Визначення технологічних параметрів в технологічних документах. Комп'ютерні засоби технологічного документування.

Тема 12. Технічне нормування в процесі технологічного проектування.

Організація виробничого процесу. Технологічне нормування, визначення норм часу для технологічних операцій і переходів.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
1	2	л	п	лаб	с.р.
3	4	5	7		
Семестр 5					
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Оброблення зубчастих і різбових поверхонь.					
Тема 1. Оброблення зубчастих поверхонь.	32	12	4		16
Тема 2. Оброблення різбових поверхонь.	12	4	2		6
Разом за змістовним модулем 1	44	16	6		22
Змістовний модуль 2. Оброблення поверхонь абразивним інструментом					
Тема 3. Оброблення шліфуванням.	30	12	6		12
Тема 4. Оброблення вільним абразивом.	8	4			4
Разом за змістовним модулем 2	38	16	6		16
Змістовний модуль 3. Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі					

Тема 5. Проектування технологічних операцій	28		10		18
Тема 6. Формування плану оброблення	16		2		14
Разом за змістовним модулем 3	44		12		32
Усього годин	126	32	24		70
Модуль 2					
Змістовний модуль 4. Методи фінішного оброблення поверхонь					
Тема 7. Методи фінішного оброблення особливо точних поверхонь.	22	8	4		10
Разом за змістовним модулем 4	22	8	4		10
Змістовний модуль 5. Електрофізичні, електрохімічні і комбіновані методи оброблення поверхонь					
Тема 8. Електрохімічне і електрофізичне і комбіноване оброблення.	20	10			10
Тема 9. Оброблення методами поверхневого пластичного деформування	10	4			6
Тема 10. Нанесення покриттів на деталі авіадвигунів. Засоби активного контролю.	7	2			5
Разом за змістовним модулем 5	37	16			21
Змістовний модуль 6. Оформлення технологічної документації					
Тема 11. Формування комплекта технологічної документації	20	4	6		10
Тема 12. Технічне нормування в процесі технологічного проектування	20	4	6		10
Разом за змістовним модулем 6	40	8	12		20
Усього годин	99	32	16		51
Всього за семестр	225	64	40		121

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Семестр 5		
1	Формування схеми поверхонь деталі, ідентифікація матеріалу деталі, оброблюваність матеріалу Оцінка технологічності деталі.	2
2	Розрахунок необхідної кількості ступенів обробки поверхонь.	2
3	Формування плану оброблення	2
4	Дослідження кінематичної точності зубчастого колеса, яке є обробленим на зубофрезерному верстаті	2
5	Розробка зубофрезерної операції	2
6	Розробка зубодовбальної операції	2
7	Проектування зубошевінгівальної операції	2
8	Проектування зубошліфувальної операції	2
9	Дослідження впливу режимів різання та геометрії інструмента на шорсткість поверхні	2

10	Налагодження круглошліфувального верстата на операцію. Визначення параметрів інструмента, визначення циклів оброблення	2
11	Налагодження круглошліфувального верстата на операцію. Розрахунок режимів різання.	2
12	Проектування чорнових круглошліфувальних операцій для зовнішніх поверхонь вала-шестерні	2
13	Проектування чистових круглошліфувальних операцій для зовнішніх поверхонь вала-шестерні	
14	Проектування операцій внутрішнього шліфування для внутрішніх поверхонь вала-шестерні	2
15	Проектування операції нарізання різьби	2
16	Проектування операції хонінгування	2
17	Проектування суперфінішного оброблення	2
18	Технічне нормування технологічної операції	2
19	Розрахунок завантаження обладнання	2
20	Формування комплексу технологічної документації	2
	Разом у 5 семестрі	40

7. Теми лабораторних занять

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Формування плану оброблення деталі	14
2	Методи токарного, свердлувального і фрезерного оброблення	12
3	Методи оброблення з поступальним головним рухом	6
4	Оброблення зубчастих поверхонь	16
5	Оброблення різьбових поверхонь	6
6	Оброблення поверхонь абразивним інструментом	16
7	Розроблення фінішних операцій	10
8	Електрофізичні, електрохімічні і комбіновані методи оброблення поверхонь	10
9	Оброблення методами поверхневого пластичного деформування	6
10	Нанесення покриттів на деталі авіадвигунів. Засоби активного контролю.	5
11	Технічне нормування в процесі технологічного проектування	10
12	Оформлення технологічної документації	10
	Разом	121

9. Індивідуальні завдання

План-графік курсового проекту з навчальної дисципліни «Методи і параметри формоутворення поверхонь» на тему «Проектування процесу оброблення поверхонь деталі типу «вал-шестерня»»

№ з/п	Зміст розділу КП	Годин	Тижд.	Відсот.
1	Титульний лист. Завдання на проектування. Зміст. Креслення вала – шестерні.	2	2	3
2	Формування плану обробки деталі «вал – шестерня»	3	4	7

3	Проектування зуборізних та зубообробних операцій	6	6	20
4	Проектування шліфувальних операцій	8	8	20
5	Проектування фінішних операцій	5	10	20
6	Проектування операції нарізання різьби	2	12	5
7	Формування комплексу документів на технологічний процес виготовлення вала – шестерні	5	15	20
8	Оформлення пояснювальної записки і графічних матеріалів. Список літератури. Відомість.	5	16	5
Разом		36	16	100

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекційних і практичних занять, лабораторних робіт, індивідуальних та групових консультацій, самостійна робота студентів з науково-технічною інформацією, методичними посібниками кафедри, тощо.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю на практичних заняттях, лабораторних роботах та консультаціях, письмових модульних іспитів, підсумковий контроль у вигляді письмового іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,2	25	0...5
Виконання і захист лабораторних робіт	3...5	4	12...20
Виконання і захист практичних робіт	0,4...0,75	20	8...10
Модульний контроль	10...25	1	10...15
Модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,2	25	0...5
Виконання і захист лабораторних робіт	3...5	4	12...20
Виконання і захист практичних робіт	0,4...0,75	20	8...10
Модульний контроль	10...25	1	10...25
Усього за семестр			60...100

Семестровий контроль (іспит/залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку. Під час складання семестрового іспиту/заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних і одного практичного питань, наприклад:

1. Нарізання косозубих циліндричних зубчастих коліс методом обкатки.

2. Оздоблювальні методи обробки: види обробки, цілі і завдання. Схеми різання при обробній обробці

3. Визначте розмір партії деталей, якщо відомі наступні параметри: обсяг випуску - 1000 шт. відсоток виробів, що йдуть на запасні частини 1%, втрати від браку - 2%, незавершене виробництво - 3%, періодичність запуску в днях - 12.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

Основні методи формоутворення поверхонь деталей, технологічні параметри, параметри різання, методики розрахунку режимів різання.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

спроектувати технологічну операцію, розрахувати режими різання, сформулювати послідовність операцій оброблення деталі, розробити технологічну документацію на технологічну операцію.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та домашні завдання. Вміти самостійно призначити обладнання та технологічне оснащення на технологічну операцію, розрахувати режими різання, розробити технологічну документацію на операцію.

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти пояснювати вибір матеріалів різального інструменту відповідно до технологічних параметрів оброблення, вміти складати технічне обґрунтування визначення параметрів технологічної операції, вміти формувати план оброблення деталі.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Досконально знати властивості конструкційних матеріалів, обладнання, інструменту. Вміти пояснити вид заготовки, місце і вид термічного і хіміко-термічного оброблення. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

Розподіл балів, які отримують студенти за виконання курсового проекту

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 59	До 31	до 10	100

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни:
http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/_03_Metodi.pdf

1. Методы обработки поверхностей. А.Ф. Горбачев, А.М. Мунгиев С.В. Худяков, С.В. Яценко. – Учеб.пособие.– Харьков, Харьк. авиац. ин-т, 1998, – 45 с.
2. Определение припусков на механическую обработку и технологические размерные расчеты Гранин В.Ю., Долматов А.И. и др.. – Учеб.пособие.– Харьков, Харьк. авиац. ин-т, 1993, – 118 с.
3. Выбор оборудования и метода механической обработки детали по минимуму приведения затрат/ А.М. Мунгиев, А.Ф. Горбачев, А.А. Жданов. – Учеб.пособие.– Харьков, Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2006, – 61 с.
4. Исследование влияния режимов резания и геометрии инструмента на шероховатость поверхности при фрезеровании однозубой фрезой. Б.С.Белоконь, А.П. Барсуков, А.Д. Некрасов – Метод.указ. к лаб. раб. Харьков, ХАИ, 1984, – 10 с.
5. Исследование кинематической точности зубчатого колеса, обработанного на зубофрезерном станке. – Метод.указ. к лаб. раб. Харьков, ХАИ, 1984, – 15 с.
6. Наладка токарно-револьверного станка на операцию Б.С. Белоконь, А.И. Долматов, А.А. Лелета, В.Д. Сотников. – Метод.указ. к лаб. раб. Харьков, ХАИ, 1984, – 14 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Технологія виробництва авіаційних двигунів [Текст] : підручник для студентів вищ. навч. закладів. Ч. 1. Основи технології авіадвигунобудування / В. О. Богуслаєв, О. Я. Качан, А. І. Долматов [та ін.] ; під заг. ред. В. О. Богуслаєва. - 2-е вид., доп. - Запоріжжя : Мотор Січ, 2008.- 559 с.
2. Технологія конструкційних матеріалів [Текст] : підручник для студентів вищ. навч. закладів. 2-ге вид., перероб. і допов./ М.А. Сологуб, Г.О. Прейс та ін. - К.: Вища шк., 2002. — 374 с.
3. Технологія машинобудування [Текст] : підручник для студентів вищ. навч. закладів./Горбатюк Є.О. та ін. –Львів: «Новий Світ-2000», 2012. - 358 с.

Допоміжна

1. Богуслаєв В.А., Качан А.Я., Яценко В.К., Долматов А.И., Богуслаєв А.В., Мозговой В.Ф., Кореневский Е.Я., Титов В.А. Ч.3. Методы обработки деталей авиационных двигателей – Запорожье, изд. ОАО «Мотор – Сич», 2008 г. – 638 с.
2. Фираго В.П. Основы проектирования технологических процессов и приспособлений. Методы обработки поверхностей. М., 1973 – 486 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. (Под. ред. А.Г. Косиловой и Р.М. Мещерякова). М.: Машиностроение, 1985; 656 и 692 с.
4. Марочник сталей и сплавов. ред.В.Г. Сорокина. М.:Машиностроение, 1989. – 640 с.
- 5.Технология обработки конструкционных материалов: Учебник для машиностроительных специальностей вузов. П.Г. Петруха, А.И. Марков, П.Д. Беспяхотный и др. Под ред. А.Д. Петрухи. М., высшая школа, 1991.-512с.
6. Подураев В.Н. Технология физико-химических методов обработки. М.: Машиностроение, 1985. – 264 с.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри: k204.khai.edu

Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни:
http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/_03_Metodi.pdf