

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ПРОГРАМА

навчальної дисципліни
«Теорія теплових двигунів»
обов'язкових компонент
освітньої програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів

Харків 2022

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ

Протокол від 29.08.2022 р. № 8

СХВАЛЕНО

Методично радою Кременчуцького
льотного коледжу

Протокол від 22.08.2022 р. № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін

Протокол від 30.08.2022 р. № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної
техніки, протокол від 10.08.2022 р. № 1

Розробники:

1. Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної
техніки, Яніцький А.А.

Рецензенти:

1. Завідувач кафедри технологій аеропортів Національного авіаційного
університету, д.т.н., професор Тамаргазін О.А.
2. Викладач циклової комісії аеронавігації КЛК ХНУВС,
к.т.н., с.н.с. Тягній В.Г.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Програма вивчення навчальної дисципліни «Теорія теплових двигунів» складена відповідно до освітньої програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти «Теорія теплових двигунів» Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є класифікація, призначення, основні робочі процеси, схеми, вимоги до основних частин, вузлів і систем, конструктивних елементів та агрегатів теплових двигунів.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна «Теорія теплових двигунів» є основною дисципліною, що дозволяє формувати майбутнього авіаційного техника-механіка і ґрунтується на знаннях, отриманих під час вивчення таких навчальних дисциплін, як «Термодинаміка і теплопередача» забезпечує базу для засвоєння матеріалу з навчальних дисциплін «Конструкція авіаційної техніки», «Конструкція і технічне обслуговування авіадвигунів».

Програма навчальної дисципліни складається з таких тем:

- Тема 1. Робочі процеси, діючі в основних вузлах ГТД.
- Тема 2. Закони керування, характеристики і режими роботи ГТД.
- Тема 3. Прямоточні повітряно-реактивні та турбореактивні двигуни.
- Тема 4. Ракетні та комбіновані двигуни.
- Тема 5. Будова і ідеальний цикл ПД.
- Тема 6. Робочий процес ПД.
- Тема 7. Характеристики ПД.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Теорія теплових двигунів» є отримання здобувачами необхідних теоретичних і практичних знань в області класифікації, принципової будови, робочого процесу основних вузлів, характеристик теплових двигунів.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Теорія теплових двигунів» є вивчення класифікації, принципової будови, робочого процесу основних вузлів, характеристик теплових двигунів.

1.3. Згідно з вимогами освітньої програми студенти повинні:

знати:

- 1. Принципову будову газотурбінних двигунів;

2. Призначення, будову і робочий процес основних вузлів газотурбінних і поршневих двигунів;
3. Засоби підвищення економічності дійсних циклів газотурбінних і поршневих двигунів;
4. Особливості характеристик газотурбінних і поршневих двигунів.

вміти:

1. Аналізувати характеристики авіадвигунів;
2. Визначити шляхи розрахунку параметрів стану газу (робочого тіла) в кожному процесі, що йде в авіадвигуні;
3. Визначати роботу циклу і коефіцієнт корисної дії двигуна.

1.4. Форма підсумкового контролю – екзамен.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 180 годин / 6,0 кредитів ECTS.

1.5 Програмні компетентності:

Програмні компетентності, які формуються при вивченні навчальної дисципліни:		
Інтегральна компетентність		Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі транспорту або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів вивчення елементів транспортної системи і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов
Загальні компетентності (ЗК)	ЗК-8	Базові знання в галузі, необхідні для освоєння загально професійних дисциплін
Фахові компетентності (ФК)	ФК-1	Здатність застосовувати базові знання з аеродинаміки та конструкції повітряних суден і авіадвигунів
	ФК-2	Здатність застосовувати базові знання про призначення та принципи роботи функціональних систем повітряних суден і авіадвигунів
Програмні результати навчання (ПРН)	ПРН-1	Вміння використовувати базові знання з аеродинаміки та конструкції повітряних суден і авіадвигунів при проведенні технічного обслуговування і поточного ремонту повітряних суден і авіадвигунів
	ПРН-2	Вміння використовувати базові знання про призначення та принципи роботи функціональних систем повітряних суден і авіадвигунів у професійній діяльності

	ПРН-29	Застосовувати знання в галузі, необхідні для освоєння загально професійних дисциплін
--	--------	--

2. Короткий опис змісту навчальної дисципліни

Тема 1. Робочі процеси, діючі в основних вузлах ГТД.

Класифікація реактивних двигунів: будова і принцип дії. Ідеальний цикл ТРД. Зміна параметрів стану газу по газоповітряному тракту ТРД. Вимоги до авіадвигунів. Галузь використання ТРД.

Вхідний пристрій: призначення, вимоги, типи, основні елементи. Робота дозвукових вхідних пристроїв.

Особливості будови і роботи надзвукових вхідних пристроїв. Швидкісна степінь підвищення тиску.

Компресор: призначення, вимоги, типи. Степінь підвищення тиску в компресорі. Адіабатична і дійсна робота стиску і повітря в компресорі. Потужність компресора. К.К.Д. компресора.

Осьові компресори: будова і принцип дії. Дозвукова ступінь: будова, робота. План швидкостей. Аналіз кінематичних параметрів ступені. Призначення і робота відного направляючого апарату. Ступінь реактивності ступені. Профілювання лопаток по висоті. Відцентровий компресор: основні елементи і принцип дії. Втрати в компресорі, дії і способи їх зниження.

Помпаж компресора: причини виникнення, фізична сутність, зовнішні ознаки і вплив на безпеку польотів. Конструктивні і експлуатаційні міри попередження помпажу.

Поняття про характеристики компресора: визначення, зображення, значення.

Камера згорання: призначення, вимоги, типи, параметри.

Поняття про горіння вуглецеводневих палив. Теоретично необхідна кількість повітря для згорання 1 кг палива. Коефіцієнт надлишку повітря. Організація процесу горіння в камері згорання. Вплив режиму роботи двигуна на процес горіння.

Газова турбіна: призначення, типи. Адіабатна і політропічна робота розширення 1 кг газу на турбіні. Потужність турбіни. К.К.Д. турбіни. Будова і принцип дії. Активна і реактивна ступінь турбіни. Ступінь реактивності турбіни. План швидкостей ступені. Робота і К.К.Д. на робочому колесі турбіни. Залежність К.К.Д. від основних факторів (аналіз втрат на РК).

Багатоступінчасті турбіни. Профілювання проточної частини турбіни. Характеристика турбін.

Вихідний пристрій: призначення, вимоги, типи, параметри. Зміна параметрів стану газу у вихідному пристрої ТРД з нерегульованим соплом.

Ефективні показники ТРД. Тягові показники ТРД. Питомі параметри ТРД. Коефіцієнт корисної дії ТРД. Залежність питомих показників ТРД від основних параметрів робочого процесу.

Тема 2. Закони керування, характеристики і режими роботи ГТД.

Режим спільної роботи турбіни і компресора. Притомність двигуна і її значення для безпеки польотів.

Поняття про характеристики ТРД. Дросельна, швидкісна і висотна характеристики ТРД: визначення, графічне зображення і аналіз.

Тема 3. Прямоточні повітряно-реактивні та турбореактивні двигуни.

Схеми будови та принцип роботи прямоточних ПРД. Характеристики прямоточних ПРД. Переваги та недоліки, область застосування прямоточних ПРД.

Тема 4. Ракетні та комбіновані двигуни.

Будови та принцип роботи твердопаливних ракетних двигунів. Схеми будови та принцип роботи рідинно-реактивних двигунів. Палива, що застосовують в РРД. Характеристики РРД. Схеми будови та принцип роботи комбінованих двигунів.

Тема 5. Будова і ідеальний цикл ПД.

Визначення поршневого двигуна. Класифікація поршневих двигунів. Схема, будова і призначення основних елементів ПД. Ідеальний цикл ПД. Процеси і такти, складові дійсного циклу ПД.

Тема 6. Робочий процес ПД.

Процес наповнення: призначення, графічне зображення. Масовий заряд суміші і коефіцієнт наповнення циліндра. Вплив їх на величину роботи циклу і визначаючи їх фактори.

Процес стиску: призначення, графічне зображення. Фактори, що впливають на ефективність проходження стиску.

Процес згорання: нормальне проходження згорання, утворення початкового осередку полум'я, розповсюдження полум'я і догорання суміші. Швидкість згорання і фактори, визначаючи її розміри. Мета згорання паливно-повітряної суміші. Випередження запалення. Залежність запалення від умов роботи ПД.

Детонація: визначення, причини, ознаки. Наслідки детонації. Способи передбачення детонації.

Процес розширення: призначення, графічне зображення, робота газу при розширенні.

Процес випуску: призначення, графічне зображення, робота затрачена на випуск.

Індикаторні параметри ПД. Індикаторна діаграма. Середній індикаторний тиск, індикаторна робота та потужність. Індикаторний К.К.Д. і питома індикаторна витрата палива. Ефективні параметри ПД: потужність, тертя, механічний к.к.д., ефективна потужність, питома ефективна витрата палива і ефективний к.к.д.

Тема 7. Характеристики ПД.

Загальні відомості про характеристики ПД. Зовнішня, гвинтова і висотна характеристика ПД: визначення, графічне зображення і аналіз.

3. Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті

Основна:

1. Царенко А.О. «Модуль 15. Газотурбінний двигун (категорія В1). Конспект лекцій», Кременчук: КЛК, 2013.
2. Терещенко Ю.М. „ Теорія теплових двигунів ”, К.: НАУ, 2009.

Допоміжна:

1. Мадорский Я.Ю. “ Теорія авіаційних двигунів”, ч.1. , К., 1969.
2. Вагин А.Н., “ Теорія авіаційних двигунів ”, ч.1. , К., 1968.
3. Крученюк И.Л, Кеба И.В., «Авіаційний двигун М-14В 26», К.,1972.
4. Ливинский С.И. “ Теорія авіаційних двигунів ”,К, 1982.
5. Холщевников К.В. “ Теорія і розрахунок авіаційних лопатних машин”, К, 1986.

Інформаційні ресурси в інтернеті

1. URL:<http://avia-simply.ru/category/aviatsionnie-dvigateli/>
2. <http://klk.univd.edu.ua/uk/dir/177/biblioteka>

4. Засоби оцінювання здобувачів вищої освіти

Питання для підсумкового контролю (екзамену):

1. Будова, принцип роботи та область використання ракетних двигунів.
2. Будова, принцип роботи та область використання турбореактивних двигунів.
3. Будова, принцип роботи та область використання турбогвинтових двигунів.
4. Будова, принцип роботи та область використання двоконтурних ТРД.
5. Будова, принцип роботи та область використання турбовальних двигунів.
6. Зміна параметрів стану газу по газоповітряному тракту ТРД.
7. Призначення та вимоги до входних пристроїв ТРД.
8. Будова та принцип роботи дозвукових входних пристроїв.
9. Характеристика прямих стрибків ущільнення.
10. Характеристика косих стрибків ущільнення.
11. Будова, типи та принцип роботи надзвукових входних пристроїв.
12. Призначення та вимоги до компресорів.
13. Типи та основні параметри компресорів.
14. Будова осьового компресора.
15. Робота ступеня осьового компресора.
16. Будова відцентрового компресора.
17. Робота відцентрового компресора.
18. Фізична сутність помпажа.
19. Конструктивні міри боротьби з помпажем.

20. Призначення та вимоги до камер згорання ГТД.
21. Умови горіння вуглецеводневих палив.
22. Теоретично необхідна кількість окислювача. Коефіцієнт надлишку окислювача, його вплив на процес горіння палива.
23. Будова та типи камер згорання ГТД.
24. Процес сумішоутворення в камері згорання ГТД.
25. Призначення та процес руху вторинного потоку в камері згорання ГТД.
26. Призначення, основні параметри та вимоги до газових турбін.
27. Класифікація газових турбін.
28. Будова осьової газової турбіни.
29. Принцип роботи ступені осьової реактивної турбіни.
30. Призначення, вимоги та типи вихідних пристроїв ГТД.
31. Особливості будови регульованих сопел та вихідних пристроїв вертолїтних ГТД.
32. Залежність ефективної роботи циклу від основних параметрів робочого процесу.
33. Визначення сили тяги ТРД, формула для визначення, одиниці вимірювання.
34. Коефіцієнти корисної дії ТРД.
35. Питомі показники ГТД.
36. Характеристика сталого режиму роботи ГТД.
37. Характеристика перехідних режимів роботи ГТД.
38. Прийманість двигуна і її значення для безпеки польотів.
39. Якими факторами визначається прийманість двигуна.
40. Визначення характеристик ТРД. Необхідність їх використання.
41. Визначення дросельної характеристики ТРД.
42. Залежність питомої витрати палива ТРД від числа обертів за дросельною характеристикою.
43. Залежність тяги ТРД від числа обертів за дросельною характеристикою.
44. Визначення швидкісної характеристики ТРД.
45. Залежність тяги ТРД від швидкості польоту за швидкісною характеристикою.
46. Залежність питомої витрати палива від швидкості польоту за швидкісною характеристикою.
47. Визначення висотної характеристики ТРД.
48. Залежність питомої витрати палива ТРД від висоти польоту за висотною характеристикою.
49. Залежність тяги ТРД від висоти польоту за висотною характеристикою.
50. Визначення поршневого двигуна і його будова.
51. Класифікація поршневих двигунів.
52. Принцип роботи поршневого двигуна.
53. Призначення, початок та закінчення процесу впуску поршневого двигуна.

54. Вплив температури та тиску паливоповітряної суміші на її ваговий заряд.
Зміна температури та тиску паливоповітряної суміші на ділянках впускного тракту поршневого двигуна.
55. Процес стиснення в поршковому двигуні. Визначення ступеня стиснення, його вплив робочий процес двигуна.
56. Характеристика періодів процесу горіння в поршковому двигуні.
57. Вплив зміни коефіцієнту надлишку окислювача на потужність, економічність і тепловий режим поршневого двигуна.
58. Призначення випередження запалення. Визначення кута випередження запалення.
59. Вплив випередження запалення на потужність, економічність і тепловий режим поршневого двигуна.
60. Процес розширення в поршковому двигуні.
61. Процесу випуску у поршковому двигуні.