

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

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

із навчальної дисципліни

«Загальні знання про ПС: Силова установка»

обов'язкових компонент

обов'язкових компонент

освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

272 Авіаційний транспорт (Аеронавігація)

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023р. № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного
коледжу Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023р. № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023р. № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 28.08.2023р. № 1

Розробники:

1. Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Царенко Андрій Олександрович

Рецензенти:

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

1. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин відведених на вивчення навчальної дисципліни						Вид контролю
	Всього	з них:					
		Лекції	Семінарські заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	
Семестр №3							
Тема № 1. Основні принципи ГТД.	14	6	0	2	0	6	Усне опитування
Тема № 2. Основні складові елементи ГТД .	56	24	0	8	0	24	Усне опитування
Тема № 3. Характеристики ГТД.	14	6	0	2	0	6	Усне опитування
Тема № 4. Додаткові компоненти та системи ГТД.	36	14	0	8	0	14	Усне опитування
Всього за семестр № 1:	120	50	0	20	0	50	Залік

2. Методичні вказівки до практичних занять

Тема № 1. Основні принципи.

Практичне заняття № 1.

Навчальна мета заняття: здійснити контроль знань за темою.

Кількість годин - 2 (денна форма); 0 (заочна форма).

Місце проведення: лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

Навчальні питання:

1. Класифікація реактивних двигунів: будова і принцип дії.
2. Ідеальний цикл ГТД.
3. Зміна параметрів стану газу по газоповітряному тракту ГТД.
4. Вимоги до авіадвигунів.
5. Область використання ГТД.

Література: 4,(с. 10-14) ; 5, (с. 5-16)

Матеріально-технічне забезпечення занять: Розріз-макет двигуна, плакат "Класифікація реактивних двигунів".

План проведення заняття:

I. Порядок проведення вступу до заняття.

Вітання з особовим складом групи; перевірка особового складу та готовність його до навчального заняття; доведення мети заняття та навчальних питань.

II. Порядок проведення основної частини заняття.

Здобувачі освіти повинні відповісти на контрольні питання.

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

Підведення підсумків заняття, оголошення оцінок здобувачів.

Перелік питань для поточного контролю знань здобувачів:

1. Охарактеризувати пристрій, принцип роботи та область використання ракетних двигунів.

2. Охарактеризувати пристрій, принцип роботи та область використання турбореактивних двигунів.

3. Охарактеризувати будову, принцип роботи та область використання турбогвинтових двигунів.

4. Охарактеризувати будову, принцип роботи та область застосування двоконтурного ТРД.

5. Охарактеризувати будову, принцип роботи та область застосування турбовальних двигунів.

6. Дати характеристику ідеального циклу ТРД.

7. Проаналізувати зміну параметрів стану газу по газоповітряної тракту ТРД.

8. Дати характеристику вимогам до авіадвигунів.

Тема № 2. Основні складові елементи двигуна.

Практичне заняття № 2.

Навчальна мета заняття: ознайомитись з будовою та робочим процесом вхідних пристроїв, компресора, турбін та вихідних пристроїв ГТД. Здійснити контроль знань за темою.

Кількість годин - 8 (денна форма); 0 (заочна форма).

Місце проведення: лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

Навчальні питання:

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

2. Особливості будови і роботи надзвукових вхідних пристроїв.

3. Компресор: призначення, вимоги, типи.

4. Осьові компресори: будова і принцип дії.

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

6. Газова турбіна: призначення, типи. Будова і принцип дії. Активна і реактивна ступінь турбіни.

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

Література: 3, (с. 155-285); 4, (с. 21-55); 5 (с. 17- 131)

Матеріально-технічне забезпечення занять: Розріз-макет двигуна, Схеми вхідних пристроїв, схема роботи ступені компресора і турбіни, схеми вихідних пристроїв.

План проведення заняття:

I. Порядок проведення вступу до заняття.

Вітання з особовим складом групи; перевірка особового складу та готовність його до навчального заняття; доведення мети заняття та навчальних питань.

II. Порядок проведення основної частини заняття.

Здобувачі вищої освіти повинні за допомогою літератури та обладнання ознайомитись з будовою вхідних пристроїв, осьового компресора, осьової турбіни, вхідних пристроїв.

2. Знайти та показати основні елементи осьового компресора, осьової турбіни.

3. Здобувачі освіти повинні відповісти на контрольні питання.

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

Відповіді на питання, підведення підсумків заняття, оголошення оцінок здобувачів.

Перелік питань для поточного контролю знань здобувачів:

1. Дати призначення вхідного пристрою ГТД.
2. Дати характеристику вимогам до вхідних пристроїв.
3. Дати класифікацію вхідних пристроїв ГТД.
4. Охарактеризувати будову і принцип роботи дозвукових вхідних пристроїв.
5. Дати характеристику прямим скачкам ущільнення.
6. Дати характеристику косим скачкам ущільнення.
7. Охарактеризувати будову і принцип роботи надзвукових вхідних пристроїв.
8. Дати характеристику схемі і принципом дії ступені осьового компресора.
9. Дати характеристику схемам і особливостям роботи відцентрової і діагональної ступенів компресора.
10. Охарактеризувати основні параметри ступеня компресора.
11. У чому переваги і недоліки відцентрового компресора в порівнянні з осьовим?
12. Які переваги і недоліки осевідцентрових компресорів визначають область їх застосування - малорозмірні ТГД і ТРД?
13. У чому полягає основний недолік однокаскадних осьових компресорів?
14. Охарактеризувати основні параметри багатоступінчастого компресора і зв'язок їх з параметрами ступенів.
15. Проаналізувати характеристики ступені компресора.
16. Які причини і наслідки зриву потоку і помпажа компресора?

17. Дати характеристику робочим режимам і запасам стійкості компресора в системі ГТД.

18. Дати характеристику методам регулювання компресорів.

19. Пояснить призначення і вимоги до камер згоряння.

20. Дати характеристику основним параметрам камер згоряння.

21. Дати характеристику основним поняттям про процес горіння палива.

22. Дати характеристику організації процесу горіння в камерах згоряння.

23. Дати характеристику обмеженням по стійкості горіння в камерах згоряння.

24. Дати характеристику основним схемам КС.

25. З якою метою повітря, що надходить в камеру згоряння поділяють на первинний і вторинний?

26. Дати призначення і вимоги до газових турбін.

27. Дати класифікацію турбін.

28. Дати характеристику параметрам ступені газової турбіни

29. Як влаштований і працює щабель осьової турбіни?

30. Охарактеризувати конструктивне виконання ротора осьової турбіни.

31. Дати характеристику призначенню і вимогам до вихідних пристроїв.

32. Як класифікуються вихідні пристрої.

33. Дати характеристику будові та роботі сопел, що звужуються.

34. Дати характеристику будові та роботі сопел Лавалю.

35. В яких випадках і для чого сопла ГТД виконують регульованими?

Тема № 3. Характеристики двигуна.

Практичне заняття № 3.

Навчальна мета заняття: Здійснити контроль знань за темою.

Кількість годин - 2 (денна форма); 0 (заочна форма).

Місце проведення: лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

Навчальні питання:

1. Режими спільної роботи турбіни і компресора.

2. Прийманість двигуна і її значення для безпеки польотів.

3. Поняття про дросельні, швидкісні і висотні характеристики ГТД.

Література: 4,(с. 21-55); 5 (с. 17- 131)

Матеріально-технічне забезпечення занять: Схеми характеристик ГТД.

План проведення заняття:

I. Порядок проведення вступу до заняття.

Вітання з особовим складом групи; перевірка особового складу та готовність його до навчального заняття; доведення мети заняття та навчальних питань.

II. Порядок проведення основної частини заняття.

Здобувачі освіти повинні відповісти на контрольні питання.

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

Відповіді на питання, підведення підсумків заняття, оголошення оцінок здобувачів.

Перелік питань для поточного контролю знань здобувачів:

1. Дати характеристику основним режимам роботи.
2. Дати характеристику усталеного режиму роботи ТРД.
3. Дати характеристику перехідним режимам роботи ТРД.
4. Дати характеристику прийомистості двигуна та її значення для безпеки польотів.
5. Дати визначення характеристикам ГТД і обґрунтувати необхідність їх використання.
6. Проаналізувати залежність потужності ГТД від числа оборотів за дросельною характеристикою.
7. Проаналізувати залежність питомої витрати палива ГТД від числа оборотів за дросельною характеристикою.
8. Проаналізувати залежність потужності ГТД від висоти польоту за висотною характеристикою.
9. Проаналізувати залежність питомої витрати палива ГТД від висоти польоту за висотною характеристикою.

Тема № 4. Додаткові компоненти та системи.

Практичне заняття № 4.

Навчальна мета заняття: Здійснити контроль знань за темою.

Кількість годин - 8 (денна форма); 0 (заочна форма).

Місце проведення: лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

Навчальні питання:

1. Призначення і конструкція опор ротора. Типи, конструкція і принцип роботи ущільнень масляних порожнин опор. Наддування і суфлірування порожнин опор.
2. Система змащування: призначення і вимоги. Сорти масел, що використовуються в системах змазки ГТД. Типи систем змазки. Способи змазки і їх характеристика. Призначення агрегатів, які входять в систему змазки. Будова та принцип роботи шестеренчастого маслонасосу.
3. Паливна система двигуна: призначення і вимоги, призначення агрегатів і елементів, що входять в систему.
4. Системи управління двигуном: призначення та вимоги до систем автоматичного регулювання. Регульовані параметри та регулюючі фактори. Програми регулювання ГТД. Типи систем регулювання.
5. Системи пуску двигуна: призначення та основні вимоги. Процес пуску ГТД. Стартери для попередньої розкрутки ротора двигуна. Агрегати, що забезпечують запуск двигуна.

Література: 3, (с. 155-285)

Матеріально-технічне забезпечення занять: Схеми систем ГТД.

План проведення заняття:

I. Порядок проведення вступу до заняття.

Вітання з особовим складом групи; перевірка особового складу та готовність його до навчального заняття; доведення мети заняття та навчальних питань.

II. Порядок проведення основної частини заняття.

Здобувачі вищої освіти повинні за допомогою літератури та обладнання ознайомитись з будовою вхідних пристроїв, осьового компресора, осьової турбіни, вхідних пристроїв.

2. Знайти та показати основні елементи осьового компресора, осьової турбіни.

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

Відповіді на питання, підведення підсумків заняття, оголошення оцінок здобувачів.

Перелік питань для поточного контролю знань здобувачів:

1. Назвати і показати конструктивні елементи опор роторів;
2. Дати характеристику улаштуванню і діючим навантаженням на різні види підшипників;
3. Розповісти, як здійснюється кріплення зовнішнього кільця підшипника у корпусі опори;
4. Дати характеристику улаштуванню і принципам роботи різних типів ущільнень полостей опори;
5. Розповісти, для чого і як здійснюється наддув і суфлірування полостей опор.
6. Дати характеристику складу паливних систем;
7. Дати характеристику улаштуванню та принципу роботи паливного насоса плунжерного типу;
8. Назвати переваги і недоліки насоса плунжерного типу;
9. Охарактеризувати призначення, улаштування та принцип роботи відцентрової паливної форсунки;
10. Пояснити, з якою метою застосовують двоконтурні форсунки.
11. Дати визначення системи автоматичного керування.
12. Пояснити принцип розімкнутого керування.
13. Пояснити принцип компенсації.
14. Пояснити принцип зворотного зв'язку.
15. Розкрити поняття регулювання.
16. Пояснити принцип комбінованого регулювання.
17. Перелічити елементи системи автоматичного регулювання.
18. Дати призначення та навести приклади чутливих елементів.
19. Дати призначення та навести приклади задаючих елементів.
20. Дати призначення та навести приклади порівняльних елементів.
21. Дати призначення та навести приклади перетворюючих елементів.
22. Дати призначення та навести приклади підсилюючих елементів.
23. Дати призначення та навести приклади регулюючих органів.

24. Дати призначення та навести приклади стабілізуючих елементів.
25. Задачі, які вирішують системи подачі палива в основні камери згорання ГТД.
26. Розкрити поняття програми керування ГТД.
27. Розкрити поняття регулюемого параметра.
28. Розкрити поняття регулюючого фактора.
29. Перерахуйте функції системи запуску.
30. Які системи і пристрої задіяні при запуску двигуна?
31. Охарактеризуйте етапи запуску двигуна.
32. Від яких джерел електроенергії працюють електричні пускові пристрої авіаційних ГТД?
33. Від яких джерел стисненого повітря працюють повітряні пускові пристрої авіаційних ГТД?

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

Основна література

1. Терещенко Ю.М. Теорія теплових двигунів. Київ:НАУ, 2009. 328 с.
2. Царенко А.О., Шмельов Ю.М. Модуль 15. Газотурбінний двигун (категорія В1). Конспект лекцій. Кременчук: КЛК НАУ, 2013. 810 с.
3. Aviation Maintenance Technician. Handbook–Powerplant. Volume 1.U.S. Department of Transportation. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. Flight Standards Service, 2012. 282 p.
4. Aviation Maintenance Technician. Handbook–Powerplant. Volume 2.U.S. Department of Transportation. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. Flight Standards Service, 2012. 280 p.
5. Helicopter Flying Handbook.U.S. Department of Transportation. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. Flight Standards Service, 2012. 198 p.

Допоміжна література:

-

Інформаційні ресурси

6. Aviation Maintenance Technician. Handbook–Powerplant. U.S. Department of Transportation. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. Flight Standards Service, 2023. 500 p.
URL.:https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/amt_powerplant_handbook.pdf (дата звернення 26.08.2023)
7. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION: Helicopter Flying Handbook.
URL.:https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/helicopter_flying_handbook (дата звернення 26.08.2023)
8. L'AVIONNAIRE: LES TURBOMACHINES. URL.:
<https://lavionnaire.fr/MotorIntro.php> (дата звернення 26.08.2023)

