

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

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

**МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ**

**ДО ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ**

з навчальної дисципліни

«Системи та обладнання авіаційної техніки»

вибіркових 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*
- 2. Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст вищої категорії Пономаренко Анатолій Володимирович.*

### **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

### 1.1. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (денна форма навчання)

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 № 6							
Тема № 1. Навантаження, які діють на основні вузли ГТД.	14	4	-	2	-	8	Усне опитування
Тема № 2. Вхідні пристрої.	12	2	-	2	-	8	Усне опитування
Тема № 3. Компресори.	22	2	-	-	12	8	Усне опитування
Тема № 4. Камери згоряння.	14	2	-	-	4	8	Усне опитування
Тема № 5. Газові турбіни.	14	2	-	-	4	8	Усне опитування
Тема № 6. Вихідні пристрої.	14	2	-	4	-	8	Усне опитування
Тема № 7. Опори роторів. З'єднувальні муфти.	18	4	-	6	-	8	Усне опитування
Тема № 8. Системи змащування.	14	2	-	-	4	8	Усне опитування
Тема № 9. Системи паливостачання.	16	2	-	-	6	8	Усне опитування
Тема № 10. Системи автоматичного керування.	14	6	-	2	-	6	Усне опитування
Тема № 11. Повітряні системи.	12	4	-	2	-	6	Усне опитування
Тема № 12. Пускові системи.	16	8	-	2	-	6	Усне опитування
Всього за семестр № 6	180	40	0	20	30	90	Екзамен

## 1.2. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (заочна форма навчання)

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 № 6							
Тема № 1. Навантаження, які діють на основні вузли ГТД.	14	2	-	-	-	12	Усне опитування
Тема № 2. Вхідні пристрої.	11	1	-	-	-	10	Усне опитування
Тема № 3. Компресори.	14	2	-	-	-	12	Усне опитування
Тема № 4. Камери згоряння.	14	2	-	-	-	12	Усне опитування
Тема № 5. Газові турбіни.	16	2	-	-	-	14	Усне опитування
Тема № 6. Вихідні пристрої.	13	1	-	-	-	12	Усне опитування
Тема № 7. Силові системи і ротори ГТД.	13	1	-	-	-	12	Усне опитування
Тема № 8. Системи змащування.	16	2	-	-	-	14	Усне опитування
Тема № 9. Системи паливостачання.	16	2	-	-	-	14	Усне опитування
Тема № 10. Системи автоматичного регулювання.	18	2	-	2	-	14	Усне опитування
Тема № 11. Повітряні системи.	17	1	-	2	-	14	Усне опитування
Тема № 12. Пускові системи.	18	2	-	2	-	14	Усне опитування
Всього за семестр № 6	180	20	-	6	-	154	Екзамен

### 1. Методичні вказівки до лабораторних занять

#### Тема № 3. Компресори.

##### Лабораторне заняття № 1. Компресори.

Навчальна мета заняття: вивчити призначення, вимоги, типи та конструктивне виконання, переваги і недоліки, умови роботи та діючі навантаження на елементи компресорів ГТД, здійснити контроль та закріпити знання за темою.

Кількість годин - 12 (денна форма).

Місце проведення: лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

#### Навчальні питання:

1. Призначення, типи і конструктивні елементи компресора.

2. Ротори компресора, їх призначення і типи.
3. Конструктивне виконання і порівняльна характеристика різних типів роторів.
4. Сили, діючі на ротор і викликаємі напруги.
5. Робочі лопатки, вимоги, призначення, конструкція і основні геометричні параметри.
6. Способи кріплення і осьової фіксації робочих лопаток роторів.
7. Сили, діючі на лопатки і викликаємі ними напруги.
8. Розвантаження лопаток від газових сил.
9. Коливання лопаток і демпфірування коливань.
10. Статори компресорів, їх призначення, конструктивні елементи.
11. Типи корпусів та їх конструкція.
12. Вхідні напрямні апарати, напрямні і спрямні апарати.
13. Сили, діючі на статор.
14. Зазор в проточній частині компресора. Ущільнення повітряного тракту компресора.
15. Розвантаження ротора компресора від вісьових сил.
16. Відцентрові компресори, принцип роботи, область використання. Ротори і корпуси відцентрованих компресорів.
17. Матеріали для деталей компресора.

**Література:** 4,(с. 24-72)

**Матеріально-технічне забезпечення занять:** схеми компресорів, стенд „Компресор”, макети-розрізи 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 вищої освіти повинні ознайомитись з призначенням, вимогами, типами та конструктивним виконанням, перевагами і недоліками, умовами роботи та діючими навантаженнями на елементи компресорів ГТД, відповісти на контрольні питання.

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

Підведення підсумків заняття, оголошення оцінок здобувачів освіти.

### **Перелік питань для поточного контролю знань здобувачів освіти:**

1. Охарактеризувати основні параметри компресорних ґрат профілів.
2. Пояснити вплив радіальних та осьових зазорів на роботу ступеня.
3. Дати характеристику призначення та класифікацію роторам компресорів ГТД.
4. Дати характеристику ротора барабанного типу.
5. Дати характеристику дискового ротора типу.
6. Дати характеристику ротора барабанно-дискового типу.
7. У чому переваги та недоліки роторів барабанного типу?

8. Який тип шліцевого з'єднання диска з валом забезпечує центрування диска?

9. Чому не набули поширення зварні ротори компресорів?

10. Що таке робоче колесо типу «блиск»? Типу «блінг»?

11. Назвіть способи осьової фіксації робочих лопаток компресора?

12. У чому переваги та недоліки шарнірного кріплення робочих лопаток компресора?

13. Дати характеристику конструкцій робочих лопаток компресора.

14. Дати класифікацію та вимоги до замків кріплення робочих лопаток компресора.

15. Дати характеристику конструкцій з'єднання лопаток із дисками

16. Охарактеризувати методи розвантаження робочих лопаток від газових сил.

17. Дати характеристику коливань робочих лопаток компресора.

18. Охарактеризувати способи демпфування коливань робочих лопаток компресора.

19. Дати характеристику балансування роторів.

20. Охарактеризувати призначення та конструкцію статора осьового компресора.

21. Охарактеризувати конструкцію направляючих апаратів осьових компресорів.

22. У чому переваги і недоліки корпусів компресора з поздовжнім роз'ємом?

23. У яких випадках лопатки направляючих апаратів компресора виконують консольними?

24. Дати характеристику призначення осьовим та радіальним зазорам у проточній частині компресора.

25. Охарактеризувати принцип роботи лабіринтного ущільнення проточної частини.

26. Дати характеристику конструктивним елементам відцентрових компресорів.

## **Тема № 4. Камери згоряння.**

### **Лабораторне заняття № 2. Камери згоряння.**

Навчальна мета заняття: вивчити призначення, вимоги, типи та конструктивне виконання, переваги і недоліки, умови роботи та діючі навантаження на елементи камер згоряння ГТД, здійснити контроль та закріпити знання за темою.

Кількість годин - 4 (денна форма).

Місце проведення: лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

#### **Навчальні питання:**

1. Призначення і вимоги до камер згорання.

2. Типи камер згорання та їх порівняльна оцінка.

3. Сили, діючі на камеру згорання та викликаємі ними напруги.

4. Конструктивні елементи камери згорання.

5. Матеріали камер згорання.

**Література:** 4,(с. 89-111)

**Матеріально-технічне забезпечення занять:** схеми компресорів, стенд „Компресор”, макети-розрізи 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 вищої освіти повинні ознайомитись з призначенням, вимогами, типами та конструктивним виконанням, перевагами і недоліками, умовами роботи та діючими навантаженнями на камер згорання ГТД, відповісти на контрольні питання.

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

Підведення підсумків заняття, оголошення оцінок здобувачів освіти.

### **Перелік питань для поточного контролю знань здобувачів освіти:**

1. Поясніть призначення та вимоги до камер згорання.

2. Дати характеристику основним схемам КС.

3. Дати характеристику основним конструктивним елементам КС.

4. Для чого призначений дифузор камери згорання?

5. З якою метою повітря, що надходить у камеру згорання поділяють на первинне та вторинне?

6. У чому переваги та недоліки кільцевих камер згорання в порівнянні з трубчастими та трубчасто-кільцевими?

7. У чому переваги та недоліки протиточних камер згорання порівняно з прямоточними?

8. Яким чином забезпечується свобода теплових розширень жарових труб трубчасто-кільцевої камери згорання в осьовому напрямку?

9. Які матеріали використовують для виготовлення жарових труб камер згорання?

10. Які функції виконує фронтний пристрій камери згорання?

11. Яким навантаженням піддається під час роботи двигуна зовнішній корпус камери згорання? Внутрішній корпус?

12. Як здійснюється запалення паливо-повітряної суміші в камері згорання?

## **Тема № 5. Газові турбіни.**

### **Лабораторне заняття № 3. Газові турбіни.**

Навчальна мета заняття: вивчити призначення, вимоги, типи та конструктивне виконання, переваги і недоліки, умови роботи та діючі навантаження на елементи турбін ГТД, здійснити контроль та закріпити знання за темою.

Кількість годин - 4 (денна форма).

Місце проведення: лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

**Навчальні питання:**

1. Призначення і вимоги до газових турбін.
2. Конструктивні схеми турбін і їх основні елементи.
3. Ротор турбіни та його елементи.
4. Робочі лопатки, кріплення та осьова фіксація.
5. Конструкція дисків і валів турбін.
6. З'єднання дисків між собою з валом.
7. Сили, діючі на ротор і викликаємі ними напруги.
8. Статор турбіни, його призначення і елементи. Конструкція корпусу.
9. Конструкція соплових апаратів.
10. Сили, діючі на статор.
11. Радіальні та осьові зазори і ущільнення проточної частини турбіни.

Охолодження деталей турбін.

12. Матеріали, що використовуються для виготовлення деталей турбін.

**Література:** 4,(с. 118-129)

**Матеріально-технічне забезпечення занять:** стенд „ Турбіна ”, макети-розрізи 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 вищої освіти повинні ознайомитись з призначенням, вимогами, типами та конструктивним виконанням, перевагами і недоліками, умовами роботи та діючими навантаженнями на турбіни ГТД, відповісти на контрольні питання.

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

Підведення підсумків заняття, оголошення оцінок здобувачів освіти.

**Перелік питань для поточного контролю знань здобувачів освіти:**

1. Дати призначення та вимоги до газових турбін.
2. Дати класифікацію турбін.
3. Охарактеризувати конструктивне виконання ротора осьової турбіни.
4. Дати характеристику типу робочих лопаток турбін.
5. Як здійснюється охолодження лопаток турбін?
6. Охарактеризувати способи кріплення робочих лопаток до диска.
7. Охарактеризувати способи з'єднання дисків турбіни з валом.
8. Охарактеризувати способи з'єднання дисків турбін між собою.
9. Дати характеристику способам забезпечення вібраційної міцності робочих лопаток турбін.
10. Охарактеризувати конструктивне виконання соплових апаратів турбін.



11. Проаналізувати залежність величини радіального зазору у проточній частині турбіни від ступеня нагрівання ротора та статора.

12. Охарактеризувати способи зменшення радіальних зазорів та запобігання поломці робочих лопаток турбіни.

13. Назвіть перспективні матеріали для виготовлення дисків та лопаток турбін.

14. Назвіть перспективні напрями вдосконалення систем активного управління радіальними зазорами в турбінах.

15. Охарактеризувати ущільнення між ротором та статором турбін.

## **Тема № 8. Системи змащування.**

### **Лабораторне заняття № 4. Системи змащування.**

Навчальна мета заняття: вивчити призначення, вимоги, основні визначення, типи систем змазки, призначення та принципову будову агрегатів системи, сорти масел та способи змазки поверхонь, труться, здійснити контроль та закріпити знання за темою.

Кількість годин - 4 (денна форма).

Місце проведення: лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

#### **Навчальні питання:**

1. Призначення і вимоги.
2. Сорти масел, що використовуються в системах змазки ГТД.
3. Типи систем змазки.
4. Способи змазки і їх характеристика.
5. Циркуляційна і абсолютна витрата масла.
6. Висотність системи змазки і способи її збільшення.
7. Призначення агрегатів, які входять в систему змазки.
8. Будова та принцип роботи шестеренчастого маслонасосу.

**Література:** 4, (ст. 181-205)

**Матеріально-технічне забезпечення занять:** схеми типів систем змазки та способів змазки, стенд „Система змазки та суфлювання”, маслоагрегат, блок маслофільтра, відцентровий суфлер.

#### **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 ознайомитись з призначенням, вимогами, основними визначеннями, типами систем змазки, призначенням та принциповою будовою агрегатів системи, сортами масел та способами змазки поверхонь, труться, відповісти на контрольні питання.

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

Підведення підсумків заняття, оголошення оцінок здобувачів освіти.

### **Перелік питань для поточного контролю знань здобувачів освіти:**

1. Назвіть основні марки авіаційних мінеральних масел та сферу їх застосування.
2. Назвіть основні марки авіаційних синтетичних масел та сферу їх застосування.
3. Перерахуйте функції маслосистеми.
4. Перерахуйте вимоги до маслосистем.
5. Які існують схеми маслосистем ГТД?
6. У яких випадках маслосистема може бути розімкнутою?
7. У чому основний недолік відкритих маслосистем?
8. Дайте характеристику роботі маслосистеми з регульованим тиском олії.
9. У чому переваги та недоліки маслосистем з регульованим тиском олії?
10. Дайте характеристику роботі маслосистеми з нерегульованим тиском олії.
11. Перерахуйте агрегати маслосистеми та дайте їх призначення.
12. Які засоби діагностики стану двигуна передбачаються в маслосистемі?
13. Якими факторами визначається потрібне прокачування масла через двигун?
14. Дайте характеристику конструкції олійних баків.
15. Дайте характеристику конструкції та роботи масляного насоса шестерного типу
16. Дайте характеристику конструкцій теплообмінників.
17. Дайте характеристику конструкцій фільтрів та очищувачів.
18. Дайте характеристику конструкцій повітровідділювачів та суфлерів.

### **Тема № 9. Системи паливопостачання.**

#### **Лабораторне заняття № 5. Системи паливопостачання.**

Навчальна мета заняття: вивчити призначення, вимоги, типи, призначення та принципову будову агрегатів систем паливопостачання, сорти палив, здійснити контроль та закріпити знання за темою.

Кількість годин - 6 (денна форма).

Місце проведення: лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

#### **Навчальні питання:**

1. Призначення і вимоги.
2. Сорти палив, що використовуються для роботи ГТД.
3. Типи паливних систем та їх характеристика.
4. Призначення агрегатів і елементів, що входять в систему.

**Література:** 4, (ст. 209-233)

**Матеріально-технічне забезпечення занять:** стенд „Система паливоживлення і регулювання”, паливний насос плунжерного типу, відцентрова паливна форсунка.

#### **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 ознайомитись з призначенням, вимогами, типами, призначенням та принциповою будовою агрегатів систем паливостачання, сортами палив, відповісти на контрольні питання.

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

Підведення підсумків заняття, оголошення оцінок здобувачів освіти.

**Перелік питань для поточного контролю знань здобувачів освіти:**

1. Які системи входять до складу паливної системи?
2. Які сорти палив, що використовуються для роботи ГТД?
3. Перерахуйте вимоги до паливних систем.
4. Для чого призначено систему низького тиску?
5. Для чого призначена система високого тиску?
6. Навіщо призначена дренажна система?
7. Навіщо призначена система пускового топлива?
8. Які агрегати входять до системи низького тиску?
9. Які агрегати входять до системи високого тиску?
10. Які агрегати входять до дренажної системи?
11. Які агрегати входять до системи пускового палива?
12. Назвіть найпоширеніші об'єкти дренажу.
13. Дати характеристику влаштування та принципу роботи топливного насоса плунжерного типу.
14. Назвати переваги та недоліки насоса плунжерного типу.
15. Охарактеризувати призначення, влаштування та принцип роботи відцентрової паливної форсунки.
16. Пояснити, з якою метою застосовують двоконтурні форсунки.

#### **4. Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті**

##### **Основна література:**

1. Кулик М.С., Тамаргазін О.А. Конструкція, міцність та надійність газотурбінних установок і компресорів. Київ: НАУ, 2009. 477 с.
2. Терещенко Ю.М. Газотурбінні двигуни літальних апаратів, Київ: Вища школа, 2000. 319 с.
3. Царенко А.О., Шмельов Ю.М. Модуль 15. Газотурбінний двигун (категорія В1). Конспект лекцій. Кременчук: КЛК ХНУВС, 2019. 810 с.

##### **Допоміжна література:**

4. Aviation Maintenance Technician. Handbook–Powerplant. Volume 1.U.S.

Department of Transportation. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. Flight Standards Service, 2012. 282 p.

5. Aviation Maintenance Technician. Handbook–Powerplant. Volume 2.U.S. Department of Transportation. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. Flight Standards Service, 2012. 280 p.

### **Інформаційні ресурси в Інтернеті**

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](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](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)