

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

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

**МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

навчальної дисципліни «Газотурбінний двигун»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

272 Авіаційний транспорт
Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

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

СХВАЛЕНО

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

ПОГОДЖЕНО

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

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

Розробник:

1. Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, викладач-спеціаліст Самохліб Олександр Олександрович

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.*

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 № 5							
Тема № 1. Навантаження, які діють на основні вузли ГТД.	20	2	-	8	-	10	Усне опитування
Тема № 2. Вхідні пристрої та компресори	20	2	-	10	-	8	Усне опитування
Тема № 3. Камери згоряння та газові турбіни	22	2	-	12	-	8	Усне опитування
Тема № 4. Вихідні пристрої.	12	2	-	8	-	2	Усне опитування
Тема № 5. Силові системи і ротори ГТД	12	2	-	8	-	2	Усне опитування
Тема № 6. Системи забезпечення роботи двигуна.	34	2	-	22	-	10	Усне опитування
Всього за семестр № 5	150	12	0	68	0	40	Залік

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

Не передбачено

1. Методичні вказівки до практичних занять

Тема № 1. Навантаження які діють на основні вузли ГТД.

Практичне заняття № 1. Навантаження які діють на основні вузли ГТД.

Навчальна мета заняття: здійснити контроль та закріпити знання за темою.

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

Місце проведення: лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

Навчальні питання:

1. Навантаження, які діють на основні вузли ГТД.
2. Класифікацію сил, які діють на окремі деталі та вузли двигуна.
3. Газові сили.
4. Температурні навантаження.
5. Масові сили (сила ваги).
6. Сили інерції
7. Навантаження від гіроскопічного моменту.
8. Відцентрові сили.

Література: 4, (ст. 7-13)

Матеріально-технічне забезпечення занять: макет-розріз двигуна, стенд „Поздовжній розріз двигуна».

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 навантаженнями які діють на основні вузли 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. Перелічити навантаження, які діють на основні вузли ГТД.
2. Описати класифікацію сил, які діють на окремі деталі та вузли двигуна.
3. Охарактеризувати газові сили.
4. Охарактеризувати температурні навантаження.
5. Охарактеризувати масові сили (сила ваги).
6. Охарактеризувати сили інерції
7. Охарактеризувати навантаження від гіроскопічного моменту.
8. Охарактеризувати відцентрові сили.

Тема № 2. Вхідні пристрої та компресори.

Практичне заняття № 5. Вхідні пристрої та компресори

Навчальна мета заняття: здійснити контроль та закріпити знання за темою.

Кількість годин - 10 (денна форма); 0 (заочна форма).

Місце проведення: лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

Навчальні питання:

1. Призначення і вимоги до вхідних пристроїв.
2. Дозвукові і надзвукові вхідні пристрої, їх схеми і конструктивні елементи, способи регулювання.
3. Призначення і конструктивні елементи компресорів.
4. Ротори компресора, їх призначення і типи. Конструктивне виконання і порівняльна характеристика різних типів роторів.
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. Коливання лопаток і демпфірування коливань.
9. Статори компресорів, їх призначення, конструктивні елементи.

10. Типи корпусів та їх конструкція.

Література: 4, (ст.14-72)

Матеріально-технічне забезпечення занять: макет-розріз двигуна, стенд „Поздовжній розріз двигуна».

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 вхідними пристроями та компресорами, 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. Призначення і вимоги до вхідних пристроїв.
2. Дозвукові і надзвукові вхідні пристрої, їх схеми і конструктивні елементи, способи регулювання.
3. Призначення і конструктивні елементи компресорів.
4. Ротори компресора, їх призначення і типи. Конструктивне виконання і порівняльна характеристика різних типів роторів.
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. Коливання лопаток і демпфірування коливань.
9. Статори компресорів, їх призначення, конструктивні елементи.
10. Типи корпусів та їх конструкція.

Тема № 3. Камери згоряння та газові турбіни

Практичне заняття № 10. Камери згоряння та газові турбіни

Навчальна мета заняття: здійснити контроль та закріпити знання за темою.

Кількість годин - 10 (денна форма); 0 (заочна 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. Призначення і вимоги до газових турбін.
6. Конструктивні схеми турбін і їх основні елементи.

7. Ротор турбіни та його елементи.
8. Робочі лопатки, кріплення та осьова фіксація.
9. Конструкція дисків і валів турбін.
10. З'єднання дисків між собою з валом. Сили, діючі на ротор і викликаємі ними напруги.
11. Статор турбіни, його призначення і елементи.
12. Конструкція корпусу та соплових апаратів.

Література: 4, (ст.89 - 129)

Матеріально-технічне забезпечення занять: макет-розріз двигуна, стенд „Поздовжній розріз двигуна».

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 камерами згорання та газовими турбінами, 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. 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. Призначення і вимоги до газових турбін.
6. Конструктивні схеми турбін і їх основні елементи.
7. Ротор турбіни та його елементи.
8. Робочі лопатки, кріплення та осьова фіксація.
9. Конструкція дисків і валів турбін.
10. З'єднання дисків між собою з валом. Сили, діючі на ротор і викликаємі ними напруги.
11. Статор турбіни, його призначення і елементи.
12. Конструкція корпусу та соплових апаратів.

Тема № 4. Вихідні пристрої

Практичне заняття № 16. Вихідні пристрої

Навчальна мета заняття: здійснити контроль та закріпити знання за темою.

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

Місце проведення: лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

Навчальні питання:

1. Призначення та основні вимоги, типи вихідних пристроїв

2. Регульовані реактивні сопла.
3. Реверсивні пристрої.
4. Пристрої для глушіння шуму.

Література: 4, (ст.130-144)

Матеріально-технічне забезпечення занять: макет-розріз двигуна, стенд „Поздовжній розріз двигуна».

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 вихідними пристроями, 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. Призначення та основні вимоги, типи вихідних пристроїв
2. Регульовані реактивні сопла.
3. Реверсивні пристрої.
4. Пристрої для глушіння шуму.

Тема № 5. Силові системи і ротори ГТД

Практичне заняття № 20 Силові системи і ротори ГТД

Навчальна мета заняття: здійснити контроль та закріпити знання за темою.

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

Місце проведення: лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

Навчальні питання:

1. Конструкція елементів кріплення підшипників у опорах роторів.
2. Методи змащування підшипників, конструкцію ущільнення опор

Література: 4, (ст.173-181)

Матеріально-технічне забезпечення занять: макет-розріз двигуна, стенд „Поздовжній розріз двигуна».

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 силовими системами і роторами 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. Конструкція елементів кріплення підшипників у опорах роторів.
2. Методи змащування підшипників, конструкцію ущільнення опор

Тема № 6. Системи забезпечення роботи двигуна

Практичне заняття № 24 Системи забезпечення роботи двигуна

Навчальна мета заняття: здійснити контроль та закріпити знання за темою.

Кількість годин - 22 (денна форма); 0 (заочна форма).

Місце проведення: лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

Навчальні питання:

1. Вивчення матеріалу лекцій за планом:
2. Призначення систем змащування.
3. Вимоги до систем змащування.
4. Класифікація систем змащування. Типові схеми циркуляційних систем.
5. Системи суфлірування.
6. Агрегати систем змащування та суфлірування.
7. Контроль систем змащування в експлуатації.
8. Призначення та будова систем паливостачання та їхні типові схеми. Системи керування постачанням палива в ГТД.
9. Основні агрегати систем паливостачання.
10. Характерні несправності елементів систем паливостачання.
11. Призначення систем автоматичного керування ГТД.
12. Структура систем автоматичного керування ГТД.
13. Основні типи регуляторів, схеми регулювання.
14. Функції паливних регуляторів та регуляторів частоти обертання.
15. Призначення, основні вимоги до повітряних систем.
16. Загальні і локальні повітряні системи ГТД.
17. Повітряні системи охолодження турбін ГТД.
18. Повітряні системи наддуву і охолодження опор.
19. Протиобліднювальні системи.
20. Система кондиціонування повітря.
21. Система активного управління зазорами.
22. Системи зовнішнього обігріву ГТД.

Література: 4, (ст. 181- 205)

Матеріально-технічне забезпечення занять: макет-розріз двигуна, стенд „Поздовжній розріз двигуна».

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 система забезпечення роботи двигуна, 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. Вивчення матеріалу лекцій за планом:
2. Призначення систем змащування.
3. Вимоги до систем змащування.
4. Класифікація систем змащування. Типові схеми циркуляційних систем.
5. Системи суфлірування.
6. Агрегати систем змащування та суфлірування.
7. Контроль систем змащування в експлуатації.
8. Призначення та будова систем паливopостачання та їхні типові схеми. Системи керування постачанням палива в ГТД.
9. Основні агрегати систем паливopостачання.
10. Характерні несправності елементів систем паливopостачання.
11. Призначення систем автоматичного керування ГТД.
12. Структура систем автоматичного керування ГТД.
13. Основні типи регуляторів, схеми регулювання.
14. Функції паливних регуляторів та регуляторів частоти обертання.
15. Призначення, основні вимоги до повітряних систем.
16. Загальні і локальні повітряні системи ГТД.
17. Повітряні системи охолодження турбін ГТД.
18. Повітряні системи наддуву і охолодження опор.
19. Протиобліднювальні системи.
20. Система кондиціонування повітря.
21. Система активного управління зазорами.
22. Системи зовнішнього обігріву ГТД.

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, 2012. 477 с.
2. Іноземцев А.А., Сандрацький В.Л. Газотурбінні двигуни. П.: ВАТ «Авіадвигун», 2011. 1024 с.
3. . Царенко А.О. Вертолiт Мі-2. Блок 3 Газотурбiнний двигун. (Категорiя В1.3): Конспект лекцiй. Кременчук: КЛК НАУ, 2015. 227 с.
4. Царенко А.О. «Вертолiт Мі-8Т. Блок 3 Газотурбiнний двигун. (Категорiя В1.3): Конспект лекцiй. Кременчук: КЛК НАУ, 2015. 250 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті:

1. http://eir.zntu.edu.ua/bitstream/123456789/8204/1/NP_Artyukh.pdf