

**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

«Конструкція і експлуатація двигуна: Двигун ТВЗ-117»

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

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

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин відведених на вивчення навчальної дисципліни						Вид конт ролю
	Всього	з них:					
		Лекції	Семінарські заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	
Семестр № 8							
Тема № 1. Загальні дані про двигун, його основні дані і характеристики.	16	4	0	6	0	2	Усне опитування Тестування
Тема № 2. Компресор двигуна і правила його експлуатації.	10	4	0	0	0	1	Усне опитування
Тема № 3. Камера згорання та її експлуатація.	8	2	0	0	0	1	Усне опитування
Тема № 4. Турбіни двигуна і вихідний пристрій, правила експлуатації.	8	2	0	0	0	1	Усне опитування
Тема № 5. Передачі та приводи двигуна.	10	2	0	2	0	1	Тестування
Тема № 6. Система змащення та суфлювання, правила експлуатації.	8	2	0	0	0	1	Усне опитування
Тема № 7. Система паливоживлення і регулювання, правила експлуатації.	26	12	0	10	0	4	Усне опитування Тестування
Тема № 8. Система запуску двигуна і правила її експлуатації. ДСУ АИ-9.	12	4	0	0	0	1	Усне опитування
Тема № 9. Протипожежна система, правила експлуатації.	10	2	0	0	0	1	Усне опитування
Тема № 10. Льотна експлуатація двигуна і загальні дані про технічне обслуговування.	12	2	0	6	0	2	Усне опитування
Всього за семестр № 8:	75	36	0	24	0	15	
Всього:	75	36	0	24	0	15	Екзамен

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

Не передбачено

2. Методичні вказівки до практичних занять

Тема № 1. Загальні дані про двигун, його основні дані і характеристики.

Практичне заняття № 1. Загальні дані про двигун, його основні дані і характеристики.

Навчальна мета заняття: закріпити знання експлуатаційних даних двигуна, навчитися обчислювати режими роботи двигуна при різних кліматичних умовах.

Кількість годин 6 (денна форма); 0 (заочна форма). Місце проведення: спеціалізована лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

Навчальні питання:

1. Режими роботи двигуна і чим вони обумовлені. Правила визначення основних режимів перед польотом і в польоті.

2. Дросельна і висотна характеристики двигуна та їхнє практичне використання.

Література: 3,(с. 15-59);4,(с. 107-123)

Матеріально-технічне забезпечення занять: Розріз-макет двигуна ТВ3-117, макет кабіни вертольота Мі-8МТВ, схема-розріз двигуна ТВ3-117,стенд "Основні технічні дані двигуна", "Режими роботи".

План проведення заняття:

I. Порядок проведення вступу до заняття.

Зробити огляд завдання і визначити порядок його виконання. Надати посилання на відповідні презентації.

II. Порядок проведення основної частини заняття.

Здобувачі вищої освіти за допомогою літератури та обладнання повинні закріпити знання основних експлуатаційних даних двигуна, відпрацювати дії по визначенню режимів роботи двигуна для атмосферних умов реального часу, визначенню годинної витрати палива за допомогою дросельної характеристики.

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

Здобувачі вищої освіти повинні відповісти на поставлені запитання.

Перелік питань для поточного контролю та самоконтролю знань курсантів:

№	запитання	варіанти Відповідей
1.	Вкажіть час виходу двигуна на режим малого газу від натискання на кнопку запуску (В секундах)	1. не більше 60 2. не більше 55 3. не більше 50 4. не більше 40 5. не більше 30
2.	Вкажіть максимальну висоту польоту, при якій забезпечується працездатність двигуна (в м)	1. 6000 2. 5500 3. 4500 4. 7000 5. 4000

3.	На якому режимі дозволяється проводити відбір повітря на ежектор ПЗУ	1. На всіх режимах 2. на злітній 3. на номінальному 4. На I крейсерському 5. На II крейсерському
4.	Вкажіть час прийомистості двигуна при переміщенні важеля керування двигуном за 1 ... 2 с від малого газу до злітної режиму (в с)	1. 9 2. 4 3. 6 4. 12 5. 15
5.	Вкажіть час прийомистості двигуна при переміщенні важеля керування двигуном за 1 ... 2 с від I крейсерського режиму до злітної (в с)	1. 4 2. 9 3. 6 4. 15 5. 12
6.	Вкажіть допустимі коливання частоти обертання ротора ТК на номінальному режимі (%)	1. $\pm 0,5$ 2. $\pm 0,4$ 3. $\pm 0,6$ 4. $\pm 0,7$ 5. ± 1
7.	Вкажіть допустимі коливання частоти обертання ротора ТК на II крейсерському режимі і нижче (в%)	1. $\pm 0,7$ 2. $\pm 0,5$ 3. $\pm 0,4$ 4. $\pm 0,6$ 5. ± 1
8.	Вкажіть допустиму різницю частот обертання ротора ТК при спільній роботі двигунів на номінальному і I крейсерському режимах	1. Не більше 2% 2. Не більше 4% 3. Не більше 3% 4. Не більше 2,5% 5. Не регламентується
9.	Вкажіть допустиму різницю частот обертання роторів ТК при спільній роботі двигунів при спрацьовуванні регулятора температури газів	1. Не більше 3% 2. Не більше 2% 3. Не більше 2,5% 4. Не більше 4% 5. Не регламентується
10	Вкажіть допустиму різницю частот обертання роторів ТК при спільній роботі двигунів на перехідних режимах	1. Не регламентується 2. Не більше 3% 3. Не більше 2,5% 4. Не більше 2% 5. Не більше 4%
11	Вкажіть допустимий час вибігу ротора ТК до досягнення $\text{птік} = 3\%$ (в с)	1. Не менш 40 2. Не менш 50 3. Не менш 60 4. Не менш 45 5. Не менш 30
12	Вкажіть кут установки поворотних лопаток ВНА і НА компресора по лімбу ВНА на прикриття (верхній упор)	1. $27 \pm 1,5^\circ$ 2. 29° 3. -3° 4. 22° 5. $-6,5 \pm 0,5^\circ$

13	Вкажіть максимально допустиму температуру газів перед турбіною компресора по приладу (в °C) на злітній режимі	1. 990 2. 955 3. 910 4. 810 5. 780
14	Вкажіть максимально допустиму температуру газів перед турбіною компресора по приладу на номінальному режимі (в °C)	1. 955 2. 910 3. 870 4. 780 5. 990
15	Вкажіть максимально допустиму температуру газів перед турбіною компресора по приладу на I крейсерському режимі (в °C)	1. 910 2. 955 3. 870 4. 990 5. 780
16	Вкажіть максимально допустиму температуру газів перед турбіною компресора по приладу на II крейсерському режимі (в °C)	1. 870 2. 910 3. 955 4. 990 5. 780
17	Вкажіть максимально допустиму температуру газів перед турбіною компресора по приладу на малому газі (в °C)	1. 780 2. 990 3. 870 4. 910 5. 955
18	Вкажіть максимальну температуру зовнішнього повітря для запуску без підігріву (в °C)	1. - 40 2. - 30 3. - 50 4. - 45 5. - 15
19	Вкажіть швидкість вібрації корпусу двигуна, при якій спрацьовує сигналізація "Вібрація небезпечна лев. (Прав.) Дв. " (В мм / с)	1. 60 2. 45 3. 55 4. 50 5. 40
20	Вкажіть швидкість вібрації корпусу двигуна, при якій спрацьовує сигналізація "Вібрація підвищена лев. (Прав.) Двигат. " (В мм / с)	1. 45 2. 55 3. 60 4. 50 5. 40
21	Вкажіть допустимий час безперервної роботи на малому газі (в хв.)	1. 20 2. 15 3. 60 4. 6 5. НЕ обмежено
22	Вкажіть допустимий час безперервної роботи двигуна на I крейсерському режимі (в хв.)	1. НЕ обмежено 2. 6 3. 15 4. 60 5. 20

23	Вкажіть допустимий час роботи двигуна на надзвичайному режимі (в хв.)	1. Вказується в формулярі двигуна 2. 6 3. 15 4. 20 5. НЕ обмежено
----	---	---

Тема № 5. Передачі та приводи двигуна.

Практичне заняття № 2. Передачі та приводи двигуна.

Навчальна мета заняття: закріпити знання будови, роботи та експлуатації основних вузлів двигуна.

Кількість годин 2 (денна форма); 0 (заочна форма). Місце проведення: спеціалізована лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

Навчальні питання:

1. Вивчення улаштування основних вузлів двигуна.
2. Аналіз умов роботи на навантажень що, діють на деталі вузлів.
3. Аналіз причин та ознаків можливих несправностей основних вузлів двигуна.
4. Виявлення несправностей по зміні контролюючих параметрів та дії екіпажу.
5. Аналіз експлуатаційних мір по запобіганню несправностей основних вузлів двигуна.

Література: 3,(с. 59-99);4,(с. 124-139).

Матеріально-технічне забезпечення занять: Стенд "Компресор двигуна ТВ3-117", "Камера згорання", "Турбіни двигуна", «Кінематична схема двигуна ТВ3-117», Розріз двигуна ТВ3-117", розріз-макет двигуна ТВ3-117.

План проведення заняття:

I. Порядок проведення вступу до заняття.

Зробити огляд завдання і визначити порядок його виконання. Надати посилання на відповідні презентації.

II. Порядок проведення основної частини заняття.

Здобувачі вищої освіти за допомогою літератури та обладнання повинні дослідити будову основних вузлів двигуна, виконати аналіз характерних їх несправностей.

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

Здобувачі вищої освіти повинні відповісти на поставлені запитання.

Перелік питань для поточного контролю та самоконтролю знань курсантів:

№	Запитання	Варіанти відповідей
1	Вкажіть головну причину підвищення тиску в каналах робочого колеса компресора.	1. форма міжлопаточного каналу 2. падіння вісьової швидкості повітря. 3. зовнішній підвід енергії від турбіни 4. збільшення температури повітря

2	Вказати верхній поріг $p_{\text{тк}}$ закриття клапанів перепуску повітря.	<ol style="list-style-type: none"> 1. 90% 2. 53% 3. 87% 4. 84%
3	Як зміниться тиск в камері згорання?	<ol style="list-style-type: none"> 1. підвищиться 2. знизиться 3. залишиться постійним 4. незначно знизиться
4	Вкажіть призначення металокерамічних вставок в соплових апаратах турбін.	<ol style="list-style-type: none"> 1. для попередження нагріву СА 2. для попередження заїдання робочих лопаток 3. для утворення проточної частини двигуна 4. для підвищення віброміцності .
6	Вказати фізичну причину помпажу компресора	<ol style="list-style-type: none"> 1. недостатня кількість повітря 2. зрив потоку з лопаток 3. змін геометричної форми лопаток 4. теплове дроселювання двигуна
7	Вкажіть угол установки поворотних лопаток ВНА и НА компресора за лімбом ВНА на прикриття (верхній упор)	<ol style="list-style-type: none"> 1. $27 \pm 1,5^\circ$ 2. 29° 3. -3° 4. 30°
8	Що сприяє зниженню швидкості потоку повітря в зоні горіння камери згорання?	<ol style="list-style-type: none"> 1. форма жарової труби 2. отвір в жаровій трубі 3. завихрювачі 4. розподіл потоку на первісний та вторинний
9	Вкажіть призначення полицок робочих лопаток турбін.	<ol style="list-style-type: none"> 1. для кріплення лопаток 2. для балансування ротора 3. для підвищення віброміцності 4. для попередження заїдання лопаток
10	Яка з несправностей турбін визначається за вибігом?	<ol style="list-style-type: none"> 1. поломка або обрив робочих лопаток 2. порушення лабіринтних ущільнень 3. тріщини корпусів СА 4. витяжка робочих лопаток
11	Вказати головну причину підвищення тиску в каналах НА компресора	<ol style="list-style-type: none"> 1. зменшення швидкості повітря 2. форма міжлопаточних каналів 3. зовнішній підвід енергії від турбіни 4. підвищення температури повітря
12	Вказати нижній поріг $p_{\text{тк}}$ закриття клапанів перепустку повітря, %	<ol style="list-style-type: none"> 1. 84% 2. 53% 3. 87% 4. 86%
13	Призначення гофрованих прокладок між секціями жарової труби.	<ol style="list-style-type: none"> 1. попередити короблення 2. для входу вторинного повітря 3. для охолодження жарової труби 4. для збільшення міцності жарової труби

14	З якою метою повітря в камері згорання ділиться на первинний та вторинний потоки?	1. для покращення охолодження К.С. 2. для утворення вимагаемого складу ППС 3. для кращого перемішування ТПС 4. для зниження швидкості повітря
15	Як змінюється параметри газу в сопловому апараті турбіни?	1. Р і Т зростає, С – зменшується 2. Т і С зменшується, Р- росте 3. Р і Т зменшується, С – росте 4. Р і С росте, Т - зменшується
16	Вкажіть максимально допустимий знос лопаток робочого колеса І ступені компресора (в мм)	1. 2 2. 1 3. 1,2 4. 0,5 5. 1,5

**Тема № 7. Система паливоживлення і регулювання, правила експлуатації.
Практичне заняття № 3. Система паливоживлення і регулювання, правила експлуатації.**

Навчальна мета заняття: закріпити знання принципу устрою, роботи та експлуатації систем двигуна.

Кількість годин 10 (денна форма); 0 (заочна форма). Місце проведення: спеціалізована лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

Навчальні питання:

1. Вивчення улаштування, принципу роботи агрегатів системи паливоживлення і регулювання двигуна.

2. Аналіз причин та ознак можливих несправностей основних вузлів двигуна.

3. Виявлення несправностей по зміні контролюючих параметрів та дії екіпажу.

Література: 3,(с. 106-131);4,(с. 164-205).

Матеріально-технічне забезпечення занять: Стенд "Система паливостачання та регулювання двигуна ТВ3-117А",важіль "КРОК-ГАЗ".

План проведення заняття:

I. Порядок проведення вступу до заняття.

Зробити огляд завдання і визначити порядок його виконання. Надати посилання на відповідні презентації.

II. Порядок проведення основної частини заняття.

Здобувачі вищої освіти за допомогою літератури та обладнання повинні дослідити склад та роботу системи двигуна, виконати аналіз характерних несправностей системи.

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

Здобувачі вищої освіти повинні відповісти на поставлені запитання.

Перелік питань для поточного контролю та самоконтролю знань курсантів:

1	Вкажіть за допомогою якого механізму відбувається аварійне відключення двигуна на $n_{ст} = 118 \pm 2\%$	1. ИМ-3А 2. ИМ- 47 3. ИД- 8 4. МА- 78 5. МВ- 03
2	Вкажіть максимально допустиму витрату масла (в л/год)	1. 0,3 2. 0,5 3. 0,5 4. 0,2 5. 0,15
3	На якій частоті обертання ТК відбувається поява тиску масла по приладу при запуску двигуна (у %)	1. 15 2. 20 3. 25 4. 19 5. 30
4	При якому перепаді тиску масла на відсічних клапанів підведення масла до IV-V опорам відбувається його відкриття (у кгс / см ²)	1. $0,3 \pm 0,005$ 2. 1,25 3. $1,5 \pm 0,3$ 4. $0,5 \pm 0,005$ 5. 0,7
5	Вкажіть тиск палива в I контурі форсунок, при якому відкривається подача палива в II контур форсунок (у кг/см ²)	1. $25 \pm 1,5$ 2. $30 \pm 0,5$ 3. $15 \pm 1,5$ 4. $27 \pm 0,5$ 5. $17 \pm 0,5$
6	Вкажіть можливу причину виходу з ладу насоса високого тиску НР-3В	1. Зупинка двигуна закриттям пожежного крана 2. Засмічення паливних форсунок 3. Заїдання клапана мінімального тиску 4. Засмічення стравлювального жиклера автомата запуску 5. Засмічення повітряного фільтра автомата запуску
7	Який з вузлів НР-3В управляє подачею палива в двигун на режимі запуску на $n_{тк} = 0\% - 45\%$	1. Автомат запуску 2. Автомат прийманості 3. Регулятор $n_{тк}$ 4. Регулятор $n_{нв}$ 5. Синхронизатор потужності
8	За допомогою якого механізму обмежується температура газів перед турбіною	1. ИМ- 47 2. ИМ- 3А 3. Автомат прийманості 4. регулятор $n_{нв}$ 5. автомат запуску
9	Який з вузлів НР-3В управляє подачею палива при запуску на $n_{тк}$ від 45% до виходу на режим малого газу	1. Автомат запуску 2. Автомат прийманості 3. Регулятор $n_{тк}$ 4. Регулятор $n_{нв}$ 5. Синхронизатор потужності

10	Вкажіть мінімально допустимий тиск масла на вході в двигун на режимі запуску на птк > 45% (у кгс / см ²)	1. 1 2. 2 3. 1,5 4. 0,5 5. 2,5
11	Через який час має спалахнути табло "ПОС ПЗУ ЛЕВ. (ПРАВ) двигат. "Після включення вимикача" ПОС двигунів і ПЗУ "(в с)	1. 25-40 2. 20-30 3. 25-30 4. 10-15 5. 10-20

Тема № 10. Льотна експлуатація двигуна.

Практичне заняття № 4. Льотна експлуатація двигуна.

Навчальна мета заняття: ознайомлення з виконанням процедур в кабіні вертольота.

Кількість годин 2(денна форма); 0 (заочна форма). Місце проведення: спеціалізована лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

Навчальні питання:

1. Виконання перед польотного огляду силової установки;
2. Виконання підготовки до запуску двигунів;
3. Виконання запуску двигунів;
4. Виконання прогріву двигунів;
5. Виконання опробування двигунів;

Література: 3,(с. 138-153);4,(с. 229-247).

Матеріально-технічне забезпечення занять: Макет кабіни вертольота Мі-8МТВ, графік прогріву та випробовування двигуна.

План проведення заняття:

I. Порядок проведення вступу до заняття.

Зробити огляд завдання і визначити порядок його виконання. Надати посилання на відповідні презентації.

II. Порядок проведення основної частини заняття.

Здобувачі вищої освіти за допомогою літератури та обладнання ознайомитись з правилами та порядком виконання перед польотного огляду силової установки, підготовки до запуску двигунів, запуску двигунів, прогріву двигунів, опробування двигунів.

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

Здобувачі вищої освіти повинні відповісти на поставлені запитання.

Перелік питань для поточного контролю та самоконтролю знань курсантів:

1. Які заходи безпеки необхідно виконувати при підготовці двигуна до запуску?
2. Який порядок підготовки двигуна до запуску?
3. У чому полягає небезпека запуску двигуна при неправильному положенні рукоятки корекції, важеля «крок - газ», важеля роздільного управління двигуна?

4. Які параметри необхідно контролювати в процесі запуску двигуна?
5. У яких випадках і яким чином припиняється запуск двигуна?
6. У яких випадках дозволяється проводити повторний запуск двигунів?
7. Вказати значення основних параметрів двигуна при роботі на режимі малого газу.
8. При яких параметрах двигун вважається прогрітим і його можна виводити на режим вище малого газу?
9. Який порядок роздільного випробування двигунів?
10. Який порядок спільного опробування двигунів?
11. Вказати значення основних параметрів двигуна на крейсерських, номінальному і злітному режимах при СА.
12. У яких випадках і яким чином проводиться екстрений останов двигуна?
13. Який порядок нормальної зупинки двигуна?
14. У яких випадках і яким чином проводиться холодна прокрутка двигуна?
15. Дати характеристику помилкового запуску двигуна.
16. На яких режимах роботи двигуна проводиться зліт і набір висоти вертольотом?
17. Які граничні значення $n_{тк}$, T_g , $n_{нв}$ допускаються в процесі набору висоти? Які дії екіпажу вертольота при підвищенні цих значень?
18. Які режими двигуна доцільно використовувати при польоті вертольота на дальність, на тривалість?
19. Які граничні значення $n_{нв}$ допускаються при плануванні вертольота?
20. Який порядок зупинки двигуна в польоті з навчальною метою?
21. Який порядок запуску двигуна в польоті?
22. Пояснити дії екіпажу вертольота при відмові одного і двох двигунів.
23. Які дії повинен виконати екіпаж вертольота при самовільному збільшенні $n_{нв}$, відмові підкачувальних насосів, відмові одного з приладів, контролюючих роботу двигуна?

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

Основна література:

1. Царенко А.О. «Вертолiт Мі-8МТВ-1. Блок 3 Газотурбiнний двигун. (категорiя В1.3): Конспект лекцiй. Кременчук: КЛК НАУ, 2015. 294 с.

Додаткова лiтература:

2. Терещенко Ю.М. Газотурбiннi двигуни лiтальних апаратiв, Киiв: Вища школа, 2000. 319 с.