

**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 та міцність авіадвигунів»

обов'язкових компонент

освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів

Харків 2020

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 23.09.2021 № 8

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного
коледжу Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від 22.09.2021 № 2

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 22.09.2021 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 30.08.2021р. № 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. 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 № 7							
Тема №1. Загальні відомості, основні технічні дані двигуна та характеристики двигуна	32	8	0	8	0	16	Усне опитування
Тема №2. Компресор	34	10	0	0	4	20	Усне опитування
Тема №3. Камера згорання	16	4	0	0	4	8	Усне опитування
Тема №4. Газові турбіни. Вихідний пристрій	22	6	0	8	0	8	Усне опитування
Тема №5. Передачі та приводи двигуна.	16	2	0	6	0	8	Усне опитування
Всього за семестр № 7:	120	30	0	22	8	60	Залік
Семестр № 8							
Тема №6. Система змазки та суфлювання двигуна.	20	6	0	4	0	10	Усне опитування
Тема №7. Система паливостачання та автоматичного регулювання.	76	28	0	10	0	38	Усне опитування
Тема №8. Повітряна система двигуна.	12	2	0	4	0	6	Усне опитування
Тема №9. Система запуску та запалювання.	16	4	0	4	0	8	Усне опитування
Тема №10. Допоміжна силова установка.	26	10	0	0	2	14	Усне опитування
Всього за семестр № 8:	150	50	0	22	2	76	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 № 7							
Тема №1. Загальні відомості, основні технічні дані двигуна та характеристики двигуна	32	2	0	0	0	30	Усне опитування
Тема №2. Компресор	34	4	0	0	0	20	Усне опитування
Тема №3. Камера згорання	16	2	0	0	0	14	Усне опитування
Тема №4. Газові турбіни. Вихідний пристрій	22	2	0	0	0	20	Усне опитування
Тема №5. Передачі та приводи двигуна.	16	2	0	2	0	12	Усне опитування
Всього за семестр № 7:	120	12	0	2	0	108	Залік
Семестр № 8							
Тема №6. Система змазки та суфлювання двигуна.	20	2	0	0	0	18	Усне опитування
Тема №7. Система паливостачання та автоматичного регулювання.	76	6	0	4	0	66	Усне опитування
Тема №8. Повітряна система двигуна.	12	2	0	0	0	10	Усне опитування
Тема №9. Система запуску та запалювання.	16	2	0	0	0	14	Усне опитування
Тема №10. Допоміжна силова установка.	26	2	0	0	0	24	Усне опитування
Всього за семестр № 8:	150	14	0	4	0	132	Екзамен

2. Методичні вказівки до практичних занять

Тема № 1. Загальні відомості, основні технічні дані двигуна та характеристики двигуна.

Практичне заняття № 1. Загальні відомості, основні технічні дані двигуна та характеристики двигуна.

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

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

Місце проведення: лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

Навчальні питання:

1. Компоновочна схема двигуна.
2. Основні технічні дані двигуна.
3. Режими роботи двигуна. Основні обмеження величин параметрів двигуна.
4. Характеристики двигуна.

Література: 5,(с. 48-56) ; 6,(с. 3-19)

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 дослідити компоновку двигуна, 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 знань курсантів:

1. Поясніть призначення і тип двигуна.
2. Яким чином двигун кріплять до фюзеляжу вертольота?
3. З яких основних конструктивних вузлів складається двигун?
4. Якими системами обладнаний двигун і яке їх призначення?
5. Який принцип роботи двигуна?
6. Поясніть зміну тиску, температури і швидкості повітря і газу в елементах проточної частини двигуна.
7. Які існують способи контролю справності двигуна в польоті?
8. Який спосіб контролю роботи двигуна є основним?
9. Які параметри двигуна контролюють прилади, встановлені в кабіні вертольота?
10. Охарактеризуйте температурний режим двигуна.
11. Яка потужність двигуна на злітному режимі?
12. Вказати значення n_{TK} , n_{HB} , T_G при СА для режимів: малий газ, крейсерський 2, крейсерський 1, номінальний і злітний.
13. При яких мінімальних температурах масла допускається запуск двигуна без підігріву; робота двигуна на режимі не нижче крейсерського?
14. Вказати максимально допустиму температуру масла при роботі двигуна і допустиме значення тиску масла на режимах роботи двигуна, допустиме значення витрати масла.
15. На яких режимах обмежується час роботи двигуна (безперервно і за ресурс)?
16. Дати визначення присмістості двигуна і вказати її значення.
17. Дати визначення вибігу турбокомпресора і вказати його значення.
18. Яке значення n_{HB} допускається при роботі одного двигуна на режиму малого газу?

19. Вказати максимально допустимі значення n_{TK} та T_2 на всіх висотах і швидкостях польоту за умов міцності.
20. Як зменшується $N_{e \max}$ і збільшується C_e при включенні противообліднювальної системи і ПОС ПЗУ?
21. За яким параметром екіпаж встановлює режими роботи двигуна і які параметри підлягають контролю?
22. Яким чином визначається значення n_{TK} на режимах залежно від T_H в умовах СА; в умовах, відмінних від СА; при польотах з високогірних площадок?
23. Яким чином визначається режим роботи двигуна по ИР-117?
24. Що називається програмою регулювання двигуна і яким чином вона забезпечується?
25. З яких причин із збільшенням n_{TK} збільшується N_e і зменшується C_e ?
26. Дати визначення основним режимам роботи двигуна і вказати, в яких випадках ці режими використовуються?
27. Пояснити, як змінюється N_e взл при збільшенні висоти польоту.
28. Які параметри двигуна обмежуються автоматично при наборі висоти?
29. На якому режимі роботи в польоті двигун має мінімальну часову витрату палива?
30. Який режим роботи двигуна відповідає мінімальній кілометровій витраті палива?

Тема № 4. Газові турбіни. Вихідний пристрій.

Практичне заняття № 2. Газові турбіни. Вихідний пристрій.

Навчальна мета заняття: вивчити конструкцію та можливі несправності газових турбін і вихідного пристрою.

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

Місце проведення: лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

Навчальні питання:

1. Конструкція турбіни компресора і вільної турбіни базового двигуна.
2. Несправності газових турбін, причини виникнення, способи знаходження та усунення.
3. Конструкція вихідного пристрою базового двигуна.
4. Несправності вихідного пристрою, причини виникнення, способи знаходження та усунення.

Література: 5,(с. 61-67); 6,(с. 87-112)

Матеріально-технічне забезпечення занять: Розріз-макет двигуна ТВ3-117, макет кабіни вертольота Мі-8МТВ, схема-розріз двигуна ТВ3-117,стенд "Турбина компрессора", "Свободная турбина".

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 конструкцію турбін і вихідного пристрою двигуна, провести аналіз можливих несправностей турбін і вихідного пристрою двигуна.
- III. Порядок проведення заключної частини заняття.

Здобувачі вищої освіти повинні відповісти на поставлені запитання.

Перелік питань для поточного контролю знань курсантів:

1. З яких конструктивних вузлів складаються турбіна компресора, вільна турбіна?
2. Пояснити роботу ступені турбіни.
3. Які навантаження діють на деталі турбін?
4. Яким чином здійснюється охолодження деталей турбін?
5. Перерахувати причини витяжки та обриву робочих лопаток турбіни,
6. Перерахувати причини обгорання соплових і робочих лопаток турбіни.
7. За якими ознаками можна визначити несправності турбіни в польоті?
8. Перерахувати причини та ознаки руйнування підшипників і ущільнень опор турбін.
9. Пояснити роботу вихідного пристрою двигуна.
10. Які навантаження діють на деталі вихідного пристрою?
11. Перерахувати причини появи тріщин вихідного патрубка.

Тема № 5. Передачі та приводи двигуна.

Практичне заняття № 3. Передачі та приводи двигуна.

Навчальна мета заняття: вивчити конструкцію та можливі несправності передач та приводів двигуна.

Кількість годин 6 (денна форма); 2 (заочна форма).. Місце проведення: лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

Навчальні питання:

1. Кінематична схема двигуна.
2. Конструкція приводу регулятора частоти обертання вільної турбіни.
3. Конструкція коробки приводів і агрегати, установлені на ній.

Література: 5,(с. 67-69); 6,(с. 125-133)

Матеріально-технічне забезпечення занять: Стенд " Центральний привод ", " Коробка приводов ", «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.

1. Здобувачі вищої освіти за допомогою літератури та обладнання повинні провести аналіз кінематичної схеми двигуна, дослідити конструкцію коробки приводів і приводу регулятора обертів вільної турбіни двигуна.

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

Здобувачі вищої освіти повинні відповісти на поставлені запитання.

Перелік питань для поточного контролю знань курсантів:

1. Які агрегати двигуна отримують привід від турбокомпресора?
2. З яких конструктивних вузлів складається коробка приводів?
3. Які агрегати двигуна отримують привід від вільної турбіни?
4. З яких конструктивних вузлів складається привод регулятора обертів вільної турбіни двигуна, поясніть їх конструкцію?

Тема № 6. Система змазки та суфлювання двигуна.

Практичне заняття № 4. Система змазки та суфлювання двигуна.

Навчальна мета заняття: вивчити склад, роботу, конструкцію агрегатів та правила технічного обслуговування системи змазки та суфлювання двигуна.

Кількість годин - 4 (денна форма); 0 (заочна форма).

Місце проведення: лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

Навчальні питання:

1. Склад і робота масляної системи.
2. Призначення, конструкція і робота агрегатів системи змащування. Система суфлювання.
3. Несправності системи, причини виникнення, способи знаходження та усунення. Правила технічного обслуговування системи змащування.

Література: 5,(с.151-182);11,(с. 75-84)

Матеріально-технічне забезпечення занять: двигун ТВ3-117, стенд «Система змазки і суфлювання 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 повинні дослідити склад системи змазки та суфлювання, циркуляцію масла у системі, конструкцію та роботу агрегатів системи змазки і суфлювання, провести аналіз можливих несправностей системи змазки та суфлювання, провести аналіз правил технічного обслуговування системи змазки та суфлювання.

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 агрегати й елементи утворюють зовнішню і внутрішню системи змащення?
2. Пояснити циркуляцію масла в системі.
3. Пояснити конструкцію маслоагрегата МА-78.
4. Пояснити призначення і роботу відсічного та перепускного клапанів маслосистеми.
5. Які причини падіння тиску масла?
6. Які причини підвищення температури масла?
7. Які причини підвищеної витрати масла?
8. Які роботи проводяться при технічному обслуговуванні системи змазки та суфлювання?

Тема №7. Система паливостачання та автоматичного регулювання.

Практичне заняття № 5. Система паливостачання та автоматичного регулювання.

Навчальна мета заняття: вивчити склад, роботу, конструкцію агрегатів та правила технічного обслуговування системи паливостачання та регулювання.

Кількість годин - 10 (денна форма); 4 (заочна форма).

Місце проведення: лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

Навчальні питання:

1. Основні агрегати системи паливоживлення і регулювання двигуна.
2. Можливі несправності системи паливоживлення і регулювання двигуна.

Література: 5,(с. 183-325);11,(с. 84-137)

Матеріально-технічне забезпечення занять: двигун ТВ3-117, стенд "Система паливостачання та регулювання двигуна ТВ3-117",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 розташування агрегатів системи паливостачання та регулювання на двигуні, дослідити конструкцію та роботу агрегатів системи паливостачання та регулювання двигуна, провести аналіз можливих несправностей системи паливостачання та регулювання двигуна.

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 сорти палива дозволяється застосовувати для заправки паливної системи?
2. Які елементи входять до системи низького тиску, високого тиску та дренажу?
3. Пояснити роботу системи низького тиску.
4. Пояснити принципову схему системи автоматичного регулювання двигуна.
5. Дати визначення програми регулювання двигуна на різних режимах його роботи.
6. Які основні елементи утворюють насос-регулятор НР-3ВМ і їх призначення?
7. Пояснити роботу автомата прийомистості агрегата НР-3ВМ.
8. Пояснити роботу дозуючої голки і клапана постійного перепаду тисків.
9. Пояснити роботу автомата запуску.
10. Пояснити роботу регулятора частоти обертання турбокомпресора.
11. Вказати призначення клапанів мінімального тиску палива. Коли вони спрацьовують?
12. Пояснити роботу регулятора обертів вільної турбіни.
13. Пояснити роботу системи захисту турбіни гвинта від розкрутки.

14. Для якої мети і яким чином проводиться синхронізація режимів роботи двигунів?
15. Пояснити призначення і роботу ЭРД-ЗВМ.
16. Пояснити пристрій і роботу паливної форсунки.
17. Пояснити пристрій і роботу дренажної системи.
18. Пояснити роботу системи повороту лопаток компресора.
19. Яким чином здійснюється контроль роботи систем паливної та регулювання?
20. Яким чином здійснюється управління роботою систем паливної та регулювання?
21. Пояснити причини самовільного виходу двигуна на підвищений режим після запуску.
22. Пояснити причини несинхронної роботи двигунів на сталих режимах.
23. Пояснити причини розкачки частоти обертання турбокомпресорів.
24. З яких причин може збільшуватися час прийманості двигунів?
25. З яких причин можливий закид температури газу перед турбіною в процесі прийманості?
26. Пояснити причини самовільної розкрутки несучого гвинта вертольота.
27. Пояснити причини самовільного збільшення n_{HV} при зменшенні кроку.

Тема №8. Повітряна система двигуна.

Практичне заняття № 6. Повітряна система двигуна.

Навчальна мета заняття: вивчити склад, роботу, конструкцію агрегатів та правила технічного обслуговування повітряної системи двигуна.

Кількість годин - 4 (денна форма); 0 (заочна форма).

Місце проведення: лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

Навчальні питання:

1. Склад повітряної системи двигуна.
2. Призначення, склад і робота протиліодової системи двигуна.

Література: 3,(с. 194-202);5,(с. 46-49)

Матеріально-технічне забезпечення занять: двигун ТВ3-117, стенд " Схема наддування опор ".

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.

1. Здобувачі вищої освіти за допомогою літератури та обладнання повинні дослідити склад повітряної системи двигуна, дослідити схему системи наддування ущільнень опор двигуна, дослідити схему та роботу протиобліднювальної системи двигуна.

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

Здобувачі вищої освіти повинні відповісти на поставлені запитання.

Перелік питань для поточного контролю та самоконтролю знань курсантів:

1. Де і для яких цілей з компресора проводиться відбір повітря?
2. До яких наслідків призводить обмерзання вхідного каналу двигуна?
3. Які вимоги пред'являються до протиобліднювальної системи двигуна?
4. Пояснити принципову схему протиобліднювальної системи двигуна.
5. Перерахувати ознаки обледеніння вхідного каналу двигуна.
6. Яким чином здійснюється управління роботою протиобліднювальної системи?
7. Яким чином впливає включення противообледенительной системи двигуна та ПОС ПЗУ на потужність і економічність двигуна?
8. Які заходи необхідно проводити перед запуском двигуна в умовах можливого обмерзання?
9. Коли включається протиобліднювальна система при запуску двигуна в умовах можливого обмерзання?
10. Яким чином змінюються параметри контролю роботи двигуна при включенні протиобліднювальної системи?
11. Від яких факторів залежить ефективність протиобліднювальної системи?
12. Якими заходами досягається забезпечення надійності роботи двигуна в умовах обмерзання?

Тема №9. Система запуску та запалювання.

Практичне заняття № 7. Система запуску та запалювання.

Навчальна мета заняття: вивчити склад, роботу, конструкцію агрегатів та правила технічного обслуговування системи запуску та запалювання.

Кількість годин - 4 (денна форма); 0 (заочна форма).

Місце проведення: лабораторія конструкції та експлуатації двигуна.

Навчальні питання:

1. Призначення та склад системи запуску.
2. Призначення, конструкція та робота повітряного стартеру. Призначення, склад і робота системи запалювання.
3. Несправності системи запуску, причини виникнення, способи знаходження і усунення.

Література: 5,(с. 325-338);11,(с. 137-142)

Матеріально-технічне забезпечення занять: двигун ТВ3-117, стенд "Повітряний стартер".

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 розташування агрегатів системи запуску на двигуні та вертольоті, дослідити конструкцію та роботу агрегатів системи запуску двигуна, провести аналіз можливих несправностей системи запуску двигуна.

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

Здобувачі вищої освіти повинні відповісти на поставлені запитання.

Перелік питань для поточного контролю та самоконтролю знань курсантів:

1. Пояснити залежність основних параметрів, що характеризують роботу турбіни компресора, від n_{TK} на пускових режимах.
2. Дати визначення пускової характеристики двигуна.
3. Яким чином здійснюється розкрутка ротора турбокомпресора на I, II і III етапах запуску двигуна?
4. У який момент процесу запуску починається розкрутка вільної турбіни (несучого гвинта)?
5. Перерахувати, які пристрої та агрегати входять в схему пускової системи двигуна?
6. Пояснити конструкцію та роботу повітряного стартера СВ-78БА.
7. Як забезпечується управління і контроль роботи пускової системи двигуна?
8. Пояснити роботу пускової системи двигуна.
9. Які основні фактори впливають на надійність роботи пускової системи двигуна?
10. Від яких факторів залежить час нормально налагодженого запуску двигунів?
11. Які зовнішні та внутрішні фактори впливають на температуру газу перед турбіною в процесі запуску двигуна?
12. Вказати основні причини, наслідком яких є невключення в роботу пускової системи при натисканні на кнопку «Запуск».
13. Перерахувати причини незагорання палива в процесі запуску двигуна.
14. Перерахувати причини зависання n_{TK} при запуску двигуна.
15. Які наслідки може викликати раннє відключення стартера?
16. Які наслідки може викликати пізнє відключення стартера?
17. Які причини можуть викликати інтенсивне зростання температури газу перед турбіною при запуску двигуна?

3. 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. «Вертолiт Мі-8МТВ-1. Блок 3 Газотурбінний двигун. (категорія В1.3): Конспект лекцій. Кременчук: КЛК НАУ, 2015. 294 с.

Допоміжна література:

4. Іноземцев А.А., Сандрацький В.Л. Газотурбінні двигуни. П.: ВАТ «Авіадвигун», 2006.1024 с.
5. Данилов В.А., Занько В.М., Калінін Н.П., Кривко А.І. Вертоліт Мі-8МТВ. Конструкція і експлуатація. Москва: Транспорт, 1995. 295 с.
6. Богданов А.Д., Калінін Н.П., Кривко А.І. Турбовальний двигун ТВ3-117ВМ. Конструкція і технічна експлуатація. Москва: Повітряний транспорт, 2000. 392 с.
7. Данилейко І.І., Капустін Л.Н., Фельдман Е.Л. Основи конструкції авіаційних двигунів. Москва: Транспорт, 1988.296 с.
8. Керівництво з технічної експлуатації двигуна ТВ3-117.Книги 1,2,3. Москва: Транспорт, 1987. 706 с.
9. Лозицький Л.П. Конструкція і міцність авіаційних газотурбінних двигунів. Москва: Повітряний транспорт, 1992. 536 с.
- 10.Орлов В.І. Конструкція і експлуатація двигуна ТВ3-117В: Навчальний посібник. Сизрань, 2003. 185 с.
- 11.Кеба І.В. Турбовальний двигун ТВ3 - 117ВМ / ВМА: Навчальний посібник. Кременчук, 2011. 148с.
- 12.Щеглов А.В. Вертоліт МІ-8МТ (МТВ). Вертоліт і двигуни: Навчальний посібник. Торжок: 344 Центр бойового застосування і перенавчання льотного складу армійської авіації, 2000. 252 с.
- 13.Газотурбінний двигун АІ-9. Керівництво по експлуатації та технічного обслуговування. Ростов-на-Дону, ТОВ "Авіа-Медіа", 2007. 81 с.
- 14.Регламент технічного обслуговування вертольота Мі-8МТВ-1.Частина 1.Планер і силова установка. Москва, 1995. 206 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

15. [Авіація, зрозуміла всім:веб-сайт.URL.:http://avia-simply.ru/category/aviatsionnie-dvigateli/](http://avia-simply.ru/category/aviatsionnie-dvigateli/)(дата звернення 26.05.2020)