

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

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни
«Конструкція і експлуатація двигуна: Двигун ТВЗ-117»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

272 Авіаційний транспорт (Аеронавігація)

за темою № 2 - Компресор двигуна і правила його експлуатації

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.

План лекції:

1. Загальні дані та основні технічні дані компресора.
2. Конструкція основних вузлів компресора. Умови роботи деталей компресора і діючі навантаження.
3. Експлуатаційні причини хитливих режимів роботи компресора і методи боротьби з ними.
4. Можливі несправності компресора при експлуатації і їхнє попередження.

Рекомендована література:

Основна:

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

Додаткова:

2. Терещенко Ю.М. Газотурбінні двигуни літальних апаратів, Київ: Вища школа, 2000. 319 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

3. MI-17 Manual Del Motor TB3-117 Libro 1, 2001. 554 p. URL.: <https://www.scribd.com/document/438354005/MI-17-Manual-Del-Motor-TB3-117-Libro-1> (дата звернення 26.08.2023)
4. MI-17 Manual Del Motor TB3-117 Libro 2, 2001. 382 p. URL.: <https://www.scribd.com/document/438355792/Mi17-Manual-Del-Motor-TB3-117-Libro-2> (дата звернення 26.08.2023)
5. MI-17 Manual Del Motor TB3-117 Libro 3, 2001. 94 p. URL.: <https://www.scribd.com/document/438357322/Manual-del-Motor-TB3-117-Libro-3-pdf> (дата звернення 26.08.2023)

Текст лекції

1. Загальні дані та основні технічні дані компресора.

Компресор служить для стиснення повітря і подачі його в камеру згоряння.

Компресор осьовий, 12-ти ступінчастий, з поворотними лопатками ВНА і НА I - IV ступенів, з двома клапанами перепуску повітря. На максимальному режимі стиснення повітря проводиться до $\pi K = 9,55$, при витраті повітря $G = 8,6$ кг / с.

2. Конструкція основних вузлів компресора. Умови роботи деталей компресора и діючі навантаження.

Компресор (рис. 2.1, 2.4) складається з ВНА 3, корпусу 7, ротора 13, опор ротора 5, 11. Статор компресора складається з корпусу (4 кільцевих частин), напрямних апаратів (12 штук) і спрямляючого апарату. За VII ступенем корпусу виконані радіальні отвори, закриті кільцевої коробкою, на якій

встановлені 2 клапана перепуску повітря - КПВ (до птк пр = 84 - 87% вони відкриті).

На корпусі є фланці:

Справа - для огляду лопаток VII - VIII ступенів ротора, для відбору повітря через VII ступені на охолодження СТ, наддуву III опори і для відбору повітря на потреби вертольота.

Зліва - два штуцера відбору повітря через V ступеня на наддув ущільнень I, IV, V опор.

Направляючі апарати (нерухомі лопатки) служать для гальмування повітряного потоку, підвищення його тиску і температури. НА I - IV ступенів - поворотні.

Спрямляючий апарат 9 - силовий елемент, являє собою корпус, в якому між двома кільцями встановлені лопатки НА XII ступені і лопатки спрямляючого апарату. До внутрішнього кільця спрямляючого апарату кріпиться корпус II опори.

Ротор 13 (барабанно-дисковий) служить для передачі механічної енергії від турбіни повітряного потоку і перетворення її в енергію тиску, теплову та кінетичну. Ротор містить:

- диск I ступеня;
- барабан, зварений з окремих дисків;
- задню цапфу;
- робочі лопатки;
- внутрішній кожух.

Передня цапфа виготовлена з одного цілого з диском II ступені, задня - болтами кріпиться до диска IX ступені. Лопатки встановлені в кільцевих пазах типу "ластівчин хвіст". Спереду і ззаду ротора кріпляться лабіринти ущільнення. Усередині цапф - шліци для з'єднання з приводом.

ВНА 3 служить для ненаголошеного входу повітря в компресор. Являє собою один ряд пустотілих поворотних лопаток (30 штук), встановлених в корпусі першої опори перед ротором і обдуваються повітрям від ПОС.

Поворот лопаток автоматичний, в залежності від режиму роботи двигуна і умов польоту.

Опори ротора служать для передачі і сприйняття навантажень від ротора на корпус двигуна. Опора I (див. Прилож. Рис. 4.6) складається з корпусу, роликотідшипника, вузла графітового ущільнення і демпфера. Опора надувається повітрям через V ступеня компресора. Підведення масла до опори - через маслофільтр і коробку приводів. Відкачує масло - самопливом і двома ступенями маслоагрегата безпосередньо в маслобак. Корпус опори служить для таких цілей:

1. Кріплення елементів двигуна: коробки приводів, паливного фільтра 8Д2, виконавчого механізму ІМ-3А (механізму відключення двигуна на $N_{ст} = 118\%$), маслоагрегата МА-78, патрубка ПОС, датчика Рм (ВД-8), штуцера на наддув ущільнення масляної порожнини, вузлів кріплення двигуна до вертольота, датчика вібрації двигуна МВ-03.

2. Освіти вхідного тракту (між обичайками і 4-ма стійками).
3. Розміщення центрального приводу (на МА-78 і коробку приводів).

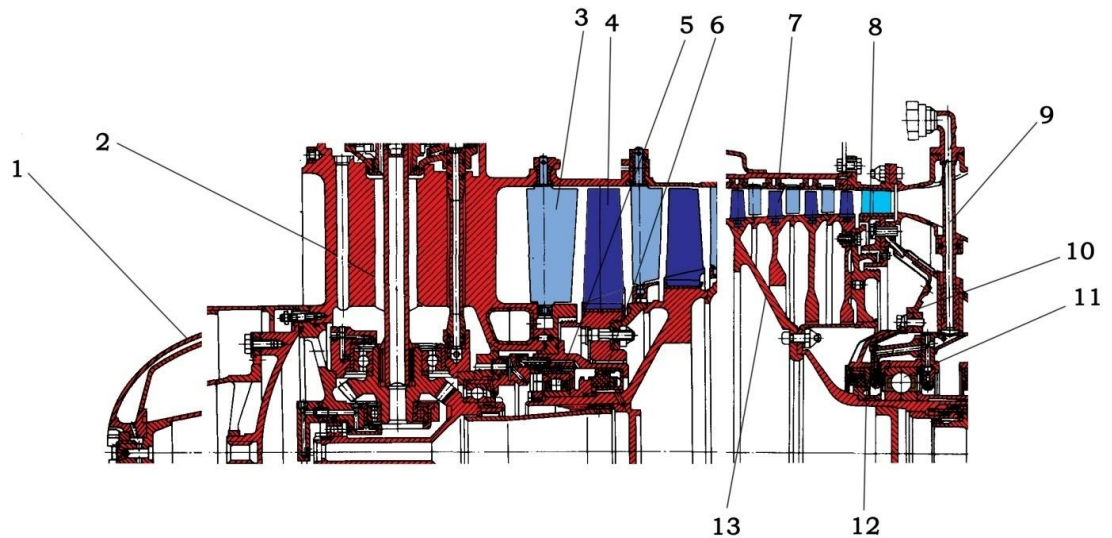


Рис. 2.1. компресор двигуна

3. Експлуатаційні причини хитливих режимів роботи компресора и методи боротьби з ними.

Експлуатаційні причини помпажа:

- запуск двигуна при порушенні допусків по швидкості і напрямку вітру;
- запуск двигуна при недостатньому тиску повітря, що подається на стартер;
- попадання сторонніх предметів на вхід в двигун;
- підвищений знос лопаток компресора;
- потрапляння вертольота в зону сильної турбулентності, спутной струменя іншого літака (вертольота), зливові опади, сніговий заряд;
- помилка екіпажу в управлінні.

Ознаки помпажа:

- зміна тону роботи двигуна;
- коливання тг перед турбіною до тенденції збільшення;
- збільшення вібрації конструкції;
- значне зменшення потужності двигуна.

Наслідки помпажа:

- самовимкнення двигуна внаслідок зриву полум'я в КС;
- руйнування елементів компресора і силової установки внаслідок вібрацій корпусу;
- обгорання і руйнування турбінних лопаток внаслідок підвищення тг.

Конструктивні методи боротьби з помпажем:

- установка за VII ступенем компресора 2клапанний перепуску повітря в атмосферу (від моменту запуску до $n_{TK} = 84 \dots 87\%$), що збільшує витрату повітря через перші щаблі;

– зміна кутів установки регульованих лопаток ВНА і НА I ... IV ступенів 2 гідроциліндрами, встановленими в насосі-регуляторі (верхній) і в нижній частині корпусу компресора (нижній, см. поз. 20 рис. 1.1);

Поворот лопаток проводиться за програмою $\alpha_{НА} = f(n_{ТК}, t_n)$. Діапазон кута повороту $\alpha = 27 + 1,5^\circ \dots -3^\circ$ (При $n_{ТК} = 0 \dots 103\%$).

Дії екіпажу при виявленні ознак помпажа:

– при виявленні ознак помпажа на землі двигун необхідно негайно зупинити;

– при виявленні ознак помпажа в польоті необхідно змінити режим роботи двигунів або режим польоту. Якщо ознаки помпажа не зникають, двигун необхідно зупинити.

4. Можливі несправності компресора при експлуатації та їхнє попередження.

1. Руйнування лопаток ротора

причини:

- попадання сторонніх предметів в двигун при технічному обслуговуванні або при стоянці вертольота;
- примерзанню лопаток ротора до корпусу при стоянці вертольота в умовах знижених температур навколишнього повітря;
- неефективність (відмова або неправильне користування) системи обігріву двигуна;
- помпаж компресора;
- перевищення допустимого часу безперервної роботи двигуна на форсованих режимах або робота на режимі вище допустимого для даних польотних умов;

ознаки:

- різкий хлопок і удар в двигуні;
- поява підвищеної вібрації;
- падіння $n_{ТК}$ і підвищення T_g до величин, вище допустимих для даного режиму;
- помпаж;

Якщо шматок зруйнованої лопатки потрапляє в зазор між торцями інших лопаток і корпусом, відбувається заклинювання або загальмування ротора. В результаті зменшення частоти обертання ротора паливна автоматика збільшує подачу палива в камеру згоряння, що призводить до зриву полум'я і самовиключення двигуна.

Дії екіпажу:

При виявленні в польоті руйнування лопаток компресора двигун слід негайно вимкнути.

Профілактичними заходами, спрямованими на запобігання руйнування лопаток компресора, є: суворе дотримання правил технічної експлуатації компресора технічним і льотним складом, ретельний візуальний і інструментальний контроль стану лопаток, перевірка швидкодії ротора

турбокомпресора екіпажем при зупинці двигуна, суворе дотримання рекомендацій по експлуатації двигунів в умовах запиленого повітря і умовах можливого зледеніння вхідної частини.

2. Руйнування підшипників опор

причини:

- запуск двигуна в умовах низьких температур без попереднього обігріву;
- масляне голодування (недостатність мастила);

ознаки:

- збільшення вібрації двигуна;
- різке підвищення температури масла і температури газу перед турбіною;
- поява характерного скреготу і падіння пТК;
- зменшення швидкодії турбокомпресора;
- нерівномірність зусиль, необхідних для ручної прокрутки ротора;
- наявність металевої стружки на маслофільтрі;

Дії екіпажу:

При виявленні руйнування підшипників в процесі підготовки двигуна до запуску запуск і подальша експлуатація його забороняється. Якщо руйнування підшипників виявлено в польоті двигун слід вимкнути.

Профілактичними заходами, спрямованими на запобігання руйнування підшипників, є: попередній підігрів двигуна перед запуском від аеродромного підігрівача при температурі зовнішнього повітря нижче -40°C , експлуатація двигуна без теплових ударів (різкої зміни температурних режимів), правильний догляд і суворе дотримання правил льотної експлуатації.