

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

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

**ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

з навчальної дисципліни  
«Експлуатація повітряних суден і авіаційних двигунів  
(Конструкція і експлуатація двигуна ТВ3-117)»  
обов'язкових компонент  
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
**Аеронавігація**

**за темою № 2 - Компресор двигуна і правила його експлуатації**

**Харків 2021**

**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.

### **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. Данилов В.А., Занько В.М., Калінін Н.П., Кривко А.І. Вертоліт Мі-8МТВ. Конструкція і експлуатація. Москва: Транспорт, 1995. 295 с.
3. Кеба І.В. Турбовальний двигун ТВ3 - 117ВМ / ВМА: Навчальний посібник. Кременчук, 2011. 148с.
4. 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.
5. Керівництво з льотної експлуатації вертольоту Мі-8МТВ-1. Москва, ДержНДІ ГА, 1994 р. 1096 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. Кеба І.В. Льотна експлуатація вертолітних ГТД. Москва: Транспорт, 1976. 278 с.
8. Керівництво з технічної експлуатації двигуна ТВ3-117. Книги 1,2,3. Москва: Транспорт, 1987. 706 с.
9. Орлов В.І. Конструкція і експлуатація двигуна ТВ3-117В: Навчальний посібник. Сизрань, 2003. 185 с.

### **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 І - ІV 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 кільцевою коробкою, на якій встановлені 2 клапана перепуску повітря - КПВ (до  $p_k = 84 - 87\%$  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. У середині 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, патрубку 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).

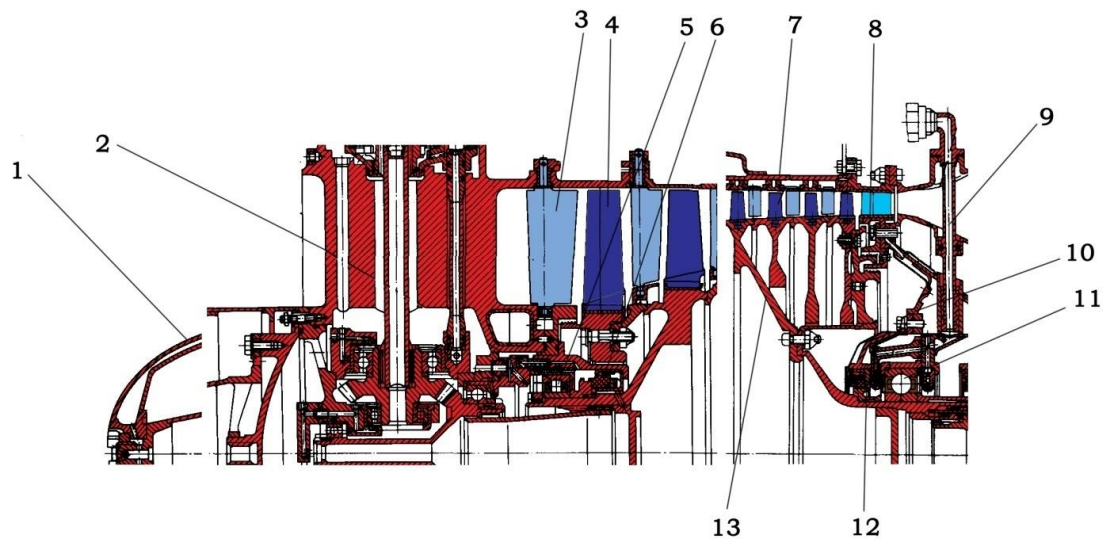


Рис. 2.1. компресор двигуна

### 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), зливі 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  $t_g$ .

Конструктивні методи боротьби з помпажа:

–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  $\alpha_{НА} = f(n_{TK}, t_n)$ . Діапазон кута повороту  $\alpha = 27 + 1,5^\circ \dots -3^\circ$  (При  $n_{TK} = 0 \dots 103\%$ ).

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  $n_{TK}$  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  $-40^{\circ}\text{C}$ , експлуатація двигуна без теплових ударів (різкої зміни температурних режимів), правильний догляд і суворе дотримання правил льотної експлуатації.