

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

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

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

за темою №1 - Навантаження, які діють на основні вузли ГТД

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.*

План лекції

1. Навантаження, які діють на основні вузли ГТД, класифікацію сил, які діють на окремі деталі та вузли двигуна (газові сили, температурні навантаження, масові сили (сила ваги), сили інерції, навантаження від гіроскопічного моменту, відцентрові сили).

Рекомендована література:

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. Вертоліт Мі-2. Блок 3 Газотурбінний двигун. (Категорія В1.3): Конспект лекцій. Кременчук: КЛК НАУ, 2015. 227 с.
4. Царенко А.О. «Вертоліт Мі-8Т. Блок 3 Газотурбінний двигун. (Категорія В1.3): Конспект лекцій. Кременчук: КЛК НАУ, 2015. 250 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті:

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

Текст лекції

1. Навантаження, які діють на основні вузли ГТД, класифікація сил, які діють на окремі деталі та вузли двигуна

На вузли авіаційних ГТД діють різні навантаження (сили і моменти сил), обумовлені як роботою самого двигуна, так і еволюціями повітряного судна. Все навантаження по природі їх виникнення прийнято ділити на три групи:

- поверхневі;
- масові;
- температурні.

До поверхневих навантажень відносяться всі сили і моменти, які можна вважати зовнішніми впливами по відношенню до деталей двигуна. За своєю природою це сили, що діють на деталі з боку газового потоку або атмосфери.

До масових сил і моментів відносяться сили ваги, сили інерції і моменти, що виникають внаслідок обертання роторів і еволюцій літального апарату.

До температурних навантажень відносяться сили, що виникають із-за нерівномірного нагрівання деталей або наявності перешкод для їх температурних деформацій.

У процесі польоту режим роботи двигуна, що характеризується частотою обертання роторів, витратами газу через контури і температурним полем газового потоку, постійно змінюється. Змінюються також і зовнішні умови: висота, швидкість польоту, перевантаження, температура і тиск навколишнього повітря, інші чинники. Зміна режиму роботи двигуна і умов польоту призводить до значних змін навантажень, що діють на його конструктивні

елементи. Так, наприклад, зміна частот обертання роторів призводить до зміни відцентрових сил, що діють на лопатки, диски, дискові елементи (дефлектори) та інші деталі.

Одночасно зі зміною частот обертання роторів змінюються витрати, поля тисків і швидкостей потоків в газоповітряних трактах, отже, змінюються поверхневі навантаження.

Переходи з одного режиму роботи двигуна на інший можуть відбуватися з занедбаністю його параметрів (наприклад, частот обертання роторів n і температури газів перед турбіною T_T), що визначають характер дії навантажень.

У деяких випадках двигун і його елементи можуть відчувати вплив ударних навантажень (наприклад, при попаданні сторонніх предметів на вхід або при грубої посадці). Але і при фіксованому режимі роботи двигуна через нерівномірність газового потоку, що створюється лопатками напрямних і соплових апаратів, а також неповної збалансованості роторів, виникають періодично змінюються навантаження.

За характером дії всі перераховані вище навантаження умовно діляться на статистичні і динамічні.

До статистичних навантажень відносяться такі, характерний час зміни яких істотно довше періоду власних коливань схильних до їх впливу елементів конструкції. При розрахунках на міцність статичні навантаження прийнято вважати незмінними в часі. Приклад статичних навантажень - відцентрові сили, прикладені до робочих лопаток компресорів і турбін на сталому режимі роботи двигуна.

Динамічними називаються навантаження, характерний час зміни яких можна порівняти з періодом відповідних коливань відповідного елемента конструкції. Наявність таких навантажень призводить до необхідності проведення динамічних розрахунків на міцність.

Залежно від напрямку дії, сили можуть бути розділені на:

- осьові (діючі уздовж осі двигуна);
- радіальні (діючі в радіальних напрямках);
- окружні (діючі по дотичним до кіл, центри яких лежать на осі двигуна).

Напрямки дії моментів визначають відповідні вектори.

Все навантаження сприймаються силовими елементами роторів або корпусу двигуна, частково замикаються і врівноважуються в межах двигуна, а частково передаються на вузли кріплення двигуна до повітряного судна.