

«Розробка методичних основ контролю технічного стану авіаційних двигунів, які експлуатуються в авіапідприємствах України»

Основні наукові результати:

В результаті проведених досліджень обґрунтовані фундаментальні основи створення алгоритмів діагностування авіаційних двигунів низької та підвищеної контролепридатності на базі визначення логічних зв'язків і залежностей між характеристиками вузлів авіаційного ГТД та експлуатаційними параметрами його робочого процесу.

Суть запропонованого методу ідентифікації моделі конкретного двигуна полягає в мінімізації нев'язок між значеннями приведених до стандартних умов параметрів робочого процесу авіаційного ГТД, розрахованих за математичною моделлю і значеннями тих же параметрів, що зняті з дросельної характеристики конкретного двигуна під час польоту чи опробування на землі. Дросельна характеристика будується або за формулярними даними, або за результатами випробувань двигуна на початку його експлуатації чи після капітального ремонту.

Застосовується статистичний метод ідентифікації експериментальних і визначених за математичною моделлю характеристик, що дозволяє об'єктивно, з урахуванням точності вимірів і точності вихідних характеристик вузлів виявити причини розбіжності експериментальних і розрахункових даних, а також збільшити обсяг діагностичної інформації і підвищити точність оцінок внутрішньо-змінних параметрів які одержуються при обмеженому числі вимірів.

Для заданих режимів роботи і польотних умов значення параметрів ГТД і його елементів визначаються з використанням математичної моделі. Після чого послідовно по проточній частині порівнюється розрахований параметр із його вимірюємим значенням на тому ж режимі роботи двигуна (порівняння здійснюється за приведеними до стандартних умов і режиму значенням параметра). Аналіз експериментальних і теоретичних досліджень показав, що ступінь відповідності між розрахованими й вимірюємими параметрами конкретного екземпляра ГТД залежить від відповідності фактичних характеристик його вузлів типовим. Тому при ідентифікації моделі виконується "підстроювання" типових характеристик компресорів і турбін шляхом оцінки величини зсуву робочої точки на відповідній характеристиці при заданій (вимірюваній) частоті обертання ротора високого тиску.

Високий рівень контролездатності і реальні можливості застосування засобів автоматизованого контролю двигунів типу ПС-90А зумовлюють використання для оцінки їх технічного стану (ТС) методів і засобів безупинного контролю і діагностики, застосування яких поєднується зі стратегією обслуговування за станом з контролем параметрів.

Для безупинного аналізу і управління ТС, попередження відмов авіаційних ГТД в польоті використовується комплексний, поетапний контроль ТС, який включає методи бортового і наземного контролю, діагностування і автоматизованого пошуку відмов ГТД, що забезпечують автоматичну реєстрацію і візуальний контроль параметрів і сигналів, методи експрес-обробки і трендового аналізу параметрів проточної частини двигуна, методи контролю паливної, масляної і інших функціональних систем двигуна, вібродіагностики і візуального контролю.

Розроблено концепцію системи діагностування двигунів підвищеної контролепридатності, що заснована на комплексному підході який включає задачі оперативного аналізу, діагностики і моніторингу технічного стану і автоматизованого пошуку і локалізації відмов ГТД.

До групи основних задач оперативної оцінки технічного стану авіаційного двигуна відносяться задачі контролю повідомлень БСКД, експрес-аналізу польотної інформації, обробки і аналізу гонок, а також перегляду і візуалізації польотної інформації. Задачі, які рішення в цій групі, контролюють роботу двигуна і його систем на протязі всього польоту, на всіх режимах роботи по польотній інформації записаній на МСРП-А-02. Оперативний контроль ТС двигуна забезпечує: контроль сигналів про відмови двигуна, датчиків і блоків його системи контролю, перевищення контрольованими параметрами фіксованих меж та меж які плавають, контроль роботи двигуна на всіх режимах включаючи: запуск, МГ, МГ перед виходом на зліт, злітний, набір висоти, горизонтальний політ, зниження, гальмування і виключення, контроль роботи його функціональних систем: запуску, паливної, масляної, механізації компресора, реверса тяги і

охолодження турбіни. Контролюються наробітки на усіх режимах, тяга, фактична та питома витрата палива. В процесі оперативного контролю здійснюється аналіз параметрів, що характеризують стан контрольованих систем двигуна за спеціальними алгоритмами допускового контролю шляхом порівняння підконтрольних параметрів із їх граничними значеннями з видаванням відповідних повідомлень. В рамках оперативного контролю здійснюється розпізнавання режимів і стану двигуна та логічний аналіз сигналів в цілях пошуку і локалізації відмов. По результатам обробки польотної або гоночної інформації формуються спеціальні документи, а також заповнюються бази даних для проведення подальшої обробки і аналізу міжпольотних трендів.

До другої групи відносяться задачі зв'язані з контролем і діагностикою двигуна, який базується на аналізі міжпольотних трендів параметрів. В цю групу входять задачі трендового аналізу параметрів (і нев'язок) проточної частини, функціональних систем двигуна, витрат палива і тяги двигуна. В процесі аналізу крім приведених до САУ і режиму параметрів використовуються параметри стану, одержані на основі термогазодинамічної моделі двигуна такі як ефективний ККД двигуна, міра підвищення повної температури термодинамічного циклу, параметр ККД ТНД, параметр втрат в каналі НК, параметр повноти згорання палива та інші і спеціальні параметри. Відмічені задачі призначені для середньострокової оцінки і прогнозування технічного стану двигуна.

Проведений теоретичний і практичний аналіз накопиченої інформації дозволив виділити основні і допоміжні параметри і сигнали, режими роботи двигуна і умови зняття параметрів, що забезпечують ідентифікацію відмов і пошкоджень двигуна і його функціональних систем. Так, при контролі проточної частини двигуна у ранзі основних використовуються тренди параметрів Ттнд, ρ_t , ρ_k , Тлоп, К, Nвен. Розроблені вирішальні правила для пошуку пошкоджень в проточній частині двигуна, системах автоматичного регулювання, паливостачання, маслосистеми і рекомендації по перевірці і усуненню цих пошкоджень, що включені в експертну систему прийняття рішень про ТС двигуна і автоматизованого пошуку пошкоджень.

Для оперативного пошуку пошкоджень в експлуатації пропонується використовувати комплексну систему, що включає непараметричні та параметричні методи, які використовують польотну інформацію, статистичні дані про найбільш характерні відмови двигунів даного типу і історію відмов конкретних двигунів, зауваження екіпажів і дані лабораторії діагностики про подібні відмови, дані про відмови, зареєстровані у бортовій системі контролю, а також отримані у процесі оперативного контролю двигуна, що накопичуються у відповідних базах даних.

Практична цінність:

За результатами наукових досліджень укладено та виконується госпдоговір на роботу за договором між ТОВ "Авіатехпром" (м. Дніпропетровськ) та НДІА при Національному авіаційному університеті на тему "Розробка автоматизованої системи контролю технічного стану та супроводу експлуатації двигунів Д-30КП на літаку Іл-76" на термін від 2.09.2002 р. до 31.12.2003 р.

В рамках теми та договору виконана розробка автоматизованої системи діагностування двигунів Д-30КП, проведена підконтрольна експлуатація системи та здійснена розробка необхідної документації – технічного завдання, методики діагностування двигунів Д-30КП/КП2, інформаційного та програмного забезпечення, керівництва з експлуатації системи.

Отримані результати науково-дослідної роботи призначені для впровадження в авіакомпаніях, які експлуатують авіаційні двигуни низької контролепридатності типу Д-30(КП, КП-2,

КУ), Д-18, АІ-24, АІ-25, Пермське науково-виробниче об'єднання АТ "Авіадвигун", Запорізьке ВАТ "МоторСіч", ремонтні заводи цивільної авіації.

Дослідження дали змогу виробити ряд рекомендацій з корегування льотної експлуатації двигунів Д-30КП(КП-2), які дозволяють збільшити міжремонтний ресурс двигунів та знизити витрати палива.

Впровадження у виробництво створюємої автоматизованої системи дає змогу перевести авіаційні двигуни з низькою контролепридатністю на обслуговування за технічним станом.

Розроблена автоматизована система контролю і моніторингу технічного стану двигунів підвищеної контролепридатності.

Перелік основних наукових публікацій, доповідей на конференціях, семінарах (за матеріалами роботи на період її виконання):

1. Кулик Н.С., Тамаргазін А.А. Зубарев В.В. Современные методы обработки полетной информации //Труды Третьей международной научно-практической конференции "Современные информационные и электронные технологии", 21-24 мая 2002 г., Одесса.

2. Кулик Н.С., Тамаргазін А.А., Линник И.И. Показатели качества функционирования авиационных ГТД. // Авіаційно-космічна техніка і технології: Зб. наук. праць. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т "Хар. авіац. ін-т", 2002. – Вип. 34. – С.4-7

3. Кулик М.С., Панін В.В., Кінашук І.Ф. Метод визначення запасів стійкості каскадів компресора двигуна Д-18Т на перехідних режимах // Вісник Національного авіаційного університету. – Київ: НАУ. – 2002. №3 (14) – С. 14-18.

4. Панін В.В., Кінашук І.Ф. Інструментальний метод визначення запасів стійкості компресорів ГТД // Авіаційно-космічна техніка і технологія: -Харків: Нац. аерокосмічний ун-т. "Хар.авіац.інт", 2002. Вип. 30. Двигуни та енергоустановки. - С. 135-138.

5. Панін В.В., Волянська Л.Г., Дихановський. Робоча лопатка для перших ступенів компресорів ГТД // Вісник Національного авіаційного університету. Київ: НАУ-2002, №1 (12).-С 98-102.

6. Борисюк Г.Ю., Тамаргазін О.А. Оцінка точності роботи складних технічних систем з функціональною надмірністю / Вісник НАУ № 4 2002

7. Волянська Л.Г. Спосіб експериментального визначення аеродинамічних характеристик профілю в плоских компресорних решітках / Вісник НАУ.-Київ: № 1 2003

8. Орлов І.О. Діагностування технічного стану КУ за накопиченням в оливі продуктів спрацювання // Нафт. і газова пром-сть. – 2003. – №3. – С. 48-50.

9. Борисюк Г.Ю., Тамаргазін О.А. Распознавание образов в проблеме сегментации диагностического изображения авиационного ГТД / Матеріали конференції АВІА-2003

10. Донець О.Д., Ліннік І.І., Тамаргазін О.А. Аналіз сучасного стану процесу технічного обслуговування літаків цивільної авіації / Матеріали конференції АВІА-2003

11. Якушенко О.С., Лобунько О.П, Бологін А.С. Результати застосування методики моніторингу циклічної пошкодженості охолоджуваних робочих лопаток турбін авіаційних ГТД військового призначення // Матеріали міжнародної НТК "АВІА - 2002". -Київ: НАУ, 2002. - С.34.27 - 34.28.

12. Орлов І.О. Діагностування технічного стану КУ за накопиченням в оливі продуктів спрацювання / Матеріали 2 конференції молодих спеціалістів газової промисловості, м.Яремча. Прикарпатська обл., 9-11 жовтня 2002 р.

13. Журавлева Л.А., Турищев А.Б., Антух И.Ю. Построение нечеткой системы определения уровня риска в зависимости от характеристик экипажа /Матеріали міжнародної НТК "АВІА-2003".-Київ: НАУ, 2003. - С.34.27 - 34.30.

14. Харитон В.В. Діагностування авіаційних двигунів низької контролепридатності на прикладі двигунів Д-30КП / Доповідь на СНТО, керівник Кучер О.Г.