

ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ АКТУАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ СКЛАДНИХ АВІАЦІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Національний авіаційний університет

Проаналізовано існуючі методи поточної оцінки технічного стану авіаційних двигунів та визначаються шляхи вирішення актуальної науково-прикладної проблеми підвищення ефективності контролю та якості аналізу параметрів.

Постановка актуальної науково-прикладної проблеми

Сучасні авіадвигуни та їх функціональні системи відносяться до складних динамічних технічних об'єктів. Після їх виготовлення та у період регулярного використання за призначенням (експлуатації) виникає необхідність постійного моніторингу поточного технічного стану (ТС) кожного окремого екземпляру авіатехніки (АТ) і прийняття по ним конкретних експлуатаційних технічних рішень.

Отже, авіаперсоналу, що здійснює експлуатацію силових установок будь-якого типу, необхідно шукати відповіді на два традиційні питання: «В якому технічному стані знаходиться конкретний об'єкт АТ?» та «Що дозволяється робити далі з цим об'єктом АТ?» При цьому методи і засоби, що використовуються для отримання відповіді на перше питання, розробляються в межах наукового напряму «Технічна діагностика», а для пошуку відповіді на друге питання застосовуються методи, засоби і технології підтримки прийняття рішень.

Серед значної кількості існуючих методів та засобів контролю і діагностування силових установок (СУ), що застосовуються у процесах їх льотно-технічної експлуатації (ЛТЕ) і технічного обслуговування (ТО) для оцінки й управління поточним ТС, найбільш розповсюдженим є постійний параметричний контроль з реєстрацією даних від вбудованих штатних систем з наступною оцінкою тренду контрольованих параметрів методами імовірнісної статистики [1]. Збір та обробка інформації при цьому забезпечується шляхом використання авіаперсоналом бортових, наземних або наземно-бортових систем контролю та діагностування (СКД) для типових об'єктів АТ.

Проте, зважаючи на ту обставину, що переважна більшість сучасних авіадвигунів

обладнується незначною кількістю засобів прямого вимірювання параметрів, ефективність існуючих штатних СКД та якість аналізу параметричної інформації залишається на низькому рівні, що призводить як до несвоєчасного виявлення несправності конкретного вузла (елемента) цих об'єктів АТ, так і до неможливості оперативного прийняття авіаперсоналом адекватних експлуатаційних технічних рішень.

Наслідком цього є збільшення кількості відмов і дострокового припинення експлуатації авіадвигунів та зниження рівня безпеки польотів повітряних суден (ПС). При цьому методи їх діагностування за вимірними у польоті параметрами [2] дозволяють забезпечити глибину їхнього діагностування лише на 1-му рівні, тобто СУ в цілому, без оцінки ТС вузлів та елементів проточної частини двигунів та їх функціональних систем. Тому особливо важливим і актуальним питанням для авіаційної галузі є вирішення науково-прикладної проблеми підвищення ефективності контролю параметрів та якості аналізу параметричної інформації шляхом створення теоретичних основ підтримки прийняття рішень щодо оперативного поглибленого діагностування сучасних силових установок, які за допомогою автоматизованих засобів і технологій забезпечують підтримку прийняття авіаперсоналом адекватних експлуатаційних технічних рішень як у польоті, так і у міжпольотний період при виконанні ТО.

Постійна деградація ТС вузлів та елементів СУ робить актуальним забезпечення реалізації автоматизованого моніторингу їх поточного рівня льотної придатності на протязі всього періоду використання за призначенням.

Можливими шляхами вирішення зазначеної науково-прикладної проблеми (НПП) без суттєвих конструктивних доопрацювань СУ можна вважати наступні (рис. 1).

Комплексний підхід до підвищення ефективності діагностування сучасних об'єктів авіатехніки

Відповідно до вимог міжнародних стандартів групи ISO-9000-2000 та ICAO SARPS стосовно забезпечення високих рівнів інформатизації, якості, автоматизації та ефективності поточного контролю й оцінки ТС об'єктів АТ та

своєчасного інформування про наявність несправності як в умовах LTE, так і при наземному ТО все більше розповсюдження знаходить використання якісно нових технологій, що базуються на теорії інженерії знань, аналітичного моделювання робочих процесів, застосування генетичних алгоритмів підтримки прийняття рішень.



Рис. 1. Можливі напрями вирішення поставленої науково-прикладної проблеми

Отже, розвиток сучасних автоматизованих інформативно-діагностичних систем продиктований часом, особливо коли це стосується таких складних динамічних об'єктів контролю і діагностування, як авіаційні двигуни.

Їх розроблення й впровадження дозволяє практично реалізувати принципову можливість автоматизованого інформування авіаперсоналу про виникнення несправностей СУ за рахунок своєчасного виявлення передвідмовних станів і вироблення відповідних рішень-рекомендацій щодо своєчасного їх усунення або локалізації.

Одночасно це забезпечує високий рівень параметричної інформативності й оперативності здійснення процесів управління ТС окремих екземплярів двигунів, що діагностуються, за рахунок більш повного врахування їх індивідуальних особливостей.

Оцінка застосування зазначеного підходу показує можливість досягнення значного підвищення (на 50-80%) ефективності використання авіаційних об'єктів експлуатації та рівня безпеки польотів при суттєвому зниженні (на 30-60%) витрат на їх ТО [2].

Сучасні методи, засоби та технології контролю і діагностування ГТД в цілому забезпечують управління їх ТС у процесі LTE і ТО шляхом постійного прямого вимірювання параметрів контролю, що характеризують режими їх роботи, здійснення поточної оцінки ТС цих об'єктів і прийняття авіаперсоналом відповідних експлуатаційно-технологічних рішень, які реалізуються ним на конкретних екземплярах двигунів на протязі всього періоду регулярної експлуатації.

Але такий підхід не дозволяє в повному обсязі забезпечити підтримку льотної придатності СУ, а отже, і підтримку заданих рівнів їх надійності та безпеки польотів. Саме тому питанням удосконалення методів і засобів контролю і діагностування авіаційних СУ присвячено виконання значної кількості науково-технічних робіт [2].

Проте недостатня увага приділяється питанням розроблення і впровадження нових методів синтезу розрахунково-інформаційних алгоритмів контролю параметрів, розширенню інформативно-діагностичної бази штатних СКД без їх конструктивних доопрацювань, технологіям оперативної

оцінки поточного ТС глибиною до вузла (елемента), вибору ефективних засобів подання діагностичної інформації авіаперсоналу й забезпечення високого рівня автоматизації й оперативності здійснення процесів прийняття експлуатаційних технічних рішень, забезпеченню практичної реалізації стратегії експлуатації двигунів за технічним станом з контролем параметрів. Крім того, існуючі експлуатаційні методики діагностування авіаційних СУ по вимірним у польоті параметрам досить громіздкі, неоперативні і не повною мірою враховують комплексний вплив експлуатаційних факторів на динаміку деградації ТС кожного екземпляру двигуна, який діагностується.

Це зумовлено, насамперед, низьким рівнем контролепридатності та параметричної інформативності переважної більшості СУ, які експлуатуються на ПС авіакомпаній України, й низьким ступенем автоматизованого інформаційного забезпечення процесів управління їх ТС. До того ж однією з причин, що обмежувала можливості використання нових аналітичних методів оцінки ТС, підтримки прийняття рішень та сучасних ін-

формаційних технологій, які їх реалізують, була відсутність на більшості ПС автоматизованих бортових СКД на базі мікроелектронних обчислювальних машин (ЕОМ).

Тому введення в експлуатацію ПС з сучасними засобами об'єктивного контролю параметрів, об'єднаними електронними системами збору і обробки діагностичної інформації, а також наявність автоматизованих робочих місць з ЕОМ в авіакомпаніях, відкривають реальні перспективи впровадження нових розрахунково-інформаційних методів оперативного поглибленого діагностування ГТД, технологій та індикативних засобів раннього інформування про виникнення несправностей вузлів та елементів СУ та забезпечення реалізації стратегії експлуатації за технічним станом з контролем параметрів або з контролем рівня льотної придатності [2].

Отже, особливо важливим і актуальним питанням для авіаційної галузі є вирішення вищезазначеної НПП діагностування авіадвигунів.

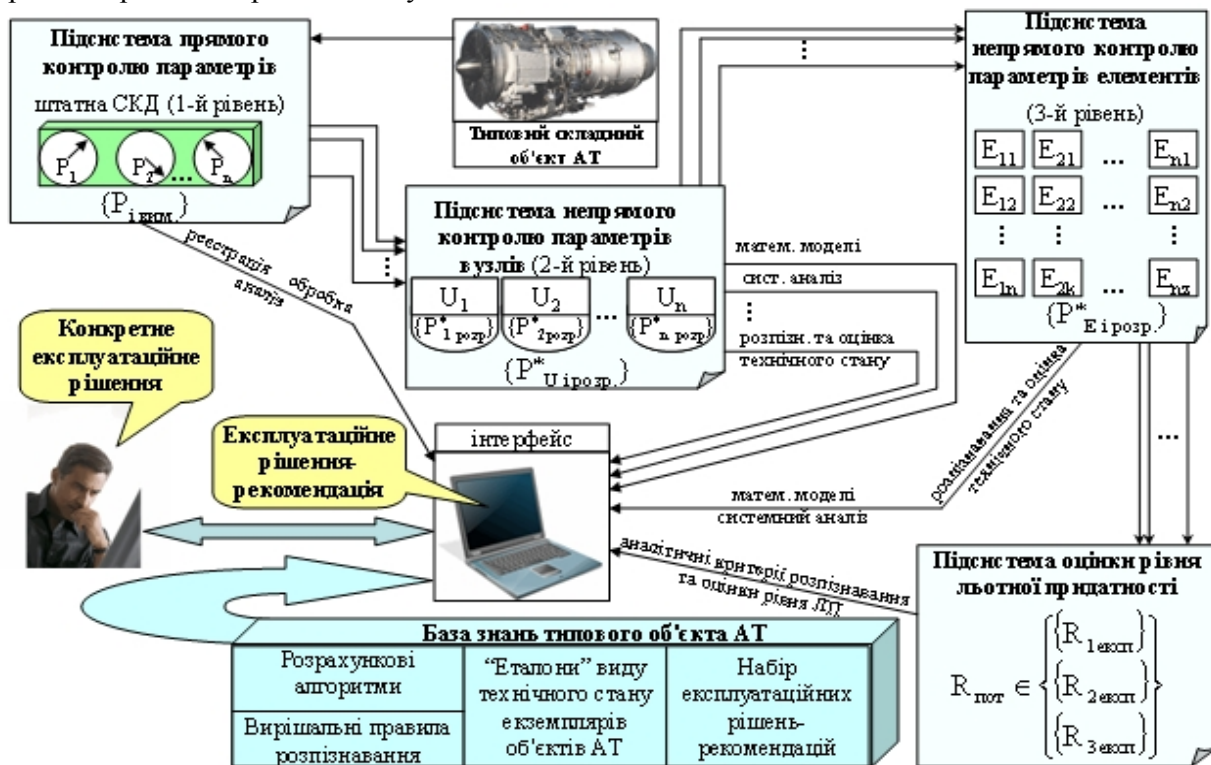


Рис. 2. Методологічна модель реалізації комплексного підходу для вирішення проблеми оперативного поглибленого діагностування технічного стану авіадвигуна

У зв'язку з цим пропонується методологічна модель реалізації комплексного розрахунково-інформаційного підходу до вирішення поставленої НПП (рис. 2), який передбачає розроблення нових автоматизованих систем діагностування на основі бази знань, логічних аналітичних методів, методик, моделей та індикативних засобів, що реалізуються за допомогою сучасних аналітичних технологій інженерії знань, їх апробацію і оцінку

ефективності на конкретних типах двигунів, що знаходяться в експлуатації, без їх суттєвих конструктивних доопрацювань [2].

Результати тестової апробації запропонованого комплексного підходу [3, 4] демонструють його працездатність, достовірність, ефективність і можливість реалізації в реальних умовах експлуатації складних об'єктів АТ на авіапідприємствах. При цьому доведено, що використання автомати-

зованих систем діагностування та підтримки прийняття рішень на всіх етапах процесу оцінки ТС силової установки до конструктивного вузла дозволяє забезпечити збільшення рівня його оперативності в 3,3 рази (для силової установки літака Як-40) і в 2,7 рази (для силової установки літака Іл-76), а рівень якості аналізу параметричної інформації в процесах діагностування таких складних об'єктів АТ підвищується в два рази.

Це призводить до кардинального якісного підвищення рівня параметричної інформативності процесів їх діагностування від існуючого низького рівня до високого без значних економічних витрат і дозволяє в значній мірі знизити показники тривалості цього процесу та працевитрат на його реалізацію.

Висновки

Розроблення та впровадження принципово нових інформативно-діагностичних автоматизованих систем контролю, діагностування і підтримки прийняття експлуатаційних рішень різнотипових авіаційних силових установок дозволяє кардинально розширити можливості реалізації нових аналітичних методів, моделей і технологій їх оперативного поглибленого діагностування для забезпечення ефективного управління авіаперсоналом їх технічним станом, ідентифікації на ранніх стадіях розвитку характерних експлуатаційних пошкоджень вузлів та елементів проточної частини авіадвигунів та їх функціональних систем, а також застосування нових інструментально-технологічних засобів профілактики і усунення ідентифікованих несправностей силових установок.

До переваг розглянутого комплексного підходу до діагностування складних динамічних об'єктів АТ із застосуванням середовищ автоматизованих систем підтримки прийняття рішень варто віднести:

- універсальність застосування комплексного контрольно-розрахункового методу для різнотипових об'єктів АТ;
- оперативність визначення оцінки поточного технічного стану кожного окремого екземпляру

об'єкта АТ, що діагностується, без його демонтажу з повітряного судна в умовах експлуатації з визначенням конкретних технологічних рекомендацій авіаперсоналу для підтримки прийняття експлуатаційного рішення;

- мінімальні працевитрати на технологію діагностування складного об'єкта АТ в цілому і його окремих конструктивних вузлів;
- забезпечення діагностування типових об'єктів АТ на поглиблених рівнях (до конструктивного вузла/елемента);
- кардинальне підвищення рівнів параметричної інформативності, контролепридатності і експлуатаційної технологічності без істотних конструктивних доопрацювань сучасних об'єктів АТ;
- значне підвищення рівнів автоматизації та інформаційного забезпечення процесів діагностування складних динамічних об'єктів АТ;
- практичне забезпечення можливості реалізації стратегії експлуатації об'єктів АТ за технічним станом з контролем параметрів.

Список літератури

1. Кулик Н.С. Параметрические методы оценки технического состояния ГТД в эксплуатации. /Н.С.Кулик. – Киев: КИИГА, 1993. – 139 с.
2. Чоха Ю.М. Прикладні автоматизовані системи діагностування та підтримки прийняття експлуатаційних рішень: Методи, моделі, інформаційні технології: Монографія /Ю.М.Чоха, В.В.Кретов. – Київ: Ун-т Україна, 2010. – 488 с.
3. Пат. 30615 Україна, МПК G07C 3/14. Сигналізатор автоматизований інформативно-діагностичний для оперативної оцінки технічного діагнозу складних динамічних об'єктів технічної експлуатації / Чоха Ю.М. – Опубл. 11.03.2008, Бюл. № 5.
4. Пат. 34671 Україна, МПК G07C 3/00. Спосіб комбінований функціонально-тестовий оперативної оцінки технічного діагнозу газотурбінного двигуна і його конструктивних вузлів проточної частини / Чоха Ю.М. – Опубл. 26.08.2008, Бюл. № 16.