

0562.0-082.051-5-05
УДК 629.735.083.06оборудование электрическое
диагностика бортового оборудования
оборудование авиационное
эксплуатация бортового оборудованияА.О. Сильнягин, доц.
(Національний авіаційний університет)**ФОРМУВАННЯ ДІАГНОСТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ
ЕЛЕКТРИФІКОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН**

Розглянуто етапи відновлення працездатності електрифікованих комплексів. Запропоновано діагностичну модель працездатності у вигляді матриці станів та алгоритм організації інформаційної бази даних для автоматизованого пошуку і локалізації місця відмови.

Електрифіковані комплекси повітряних суден є складними функціональними системами авіаційного обладнання з розгалуженою структурою. Процес відновлення працездатності електрифікованих комплексів складається з двох етапів: пошуку відмови або несправності і її локалізації. Для складних функціональних систем процес пошуку відмови займає до 70 – 80% загального часу відновлення працездатності системи.

Діагностика містить у собі етапи логічного мислення, обробки вихідної інформації для ухвалення рішення про оцінку технічного стану. Питання оцінки технічного стану складних систем зважуються різними методами, серед яких найбільший інтерес мають методи з використанням логічної побудови пошуку і характерних принципів відмов і несправностей, названих у роботі [1] симптомами відмови системи. Зовнішні ознаки відмов (симптоми) можуть бути дуже різними, але мають загальну властивість – властивість репрезентативності, тобто властивістю виражати узагальнено властивість відмови або несправності:

- збільшення часу випуску закритків, інтерцепторів, спойлерів;
- збільшення часу переключки стабілізатора;
- коливання частоти змінного струму синхронних авіаційних генераторів;
- порушення герметичності в паливних літакових системах і гідросистемах та ін.

Для функціональних систем (ФС) авіаційного обладнання (АО) симптоми відмов і несправностей не завжди однозначно характеризують місце відмови (несправний блок), у зв'язку з чим однієї з задач діагностики є визначення місця відмови. У цьому позитивну роль відіграє експлуатаційна статистика про виникнення відмов і вивчення фізичної суті і причин їхнього зародження. Такі симптоми підрозділяють на інтегральні і диференціальні [2; 3]. Перші враховують поступовий характер відмовлення, а другі – помилки обслуговуючого персоналу і необґрунтовану періодичність регламенту технічного обслуговування, що викликає появу раптових відмов.

Додаткову інформацію одержують за визначеною програмою, яка називається алгоритмом перевірки. Програми можуть бути жорсткими, гнучкими і оптимальними за прийнятим критерієм чи декількома критеріями.

З позицій природної наявності невизначеності в складних системах на кожному етапі перевірки технічного стану важливо заздалегідь оцінити кількість інформації, що може бути знята після перевірки. Ця кількість невизначеності інформації називається ентропією системи. Під час визначення відмов або несправності ентропія системи дорівнює нулю.

Для пошуку відмов і несправностей функціональних систем використовуємо метод, заснований на функціонально-логічних схемах. Створення пошукових схем дозволяє встановити логічні зв'язки, після чого формуються судження-гіпотези про можливість знаходження блока, що відмовив. При цьому вводять поняття: сигнал, елемент, логічний зв'язок, ярус, стовпець, область, яка впливає на елемент (блок), область впливу, перетинання декількох областей, область пошуку.

Взаємозв'язок між блоками і зовнішніми характеристиками відмов (симптомами) зображують у вигляді матриці з'єднань, що має N рядків і n граф. На перетинанні відповідності блока симптому ставиться одиниця, у випадку їхньої невідповідності – нуль (N – кількість блоків, n – кількість симптомів). Найбільш простий випадок спостерігається під час утворення одиничної матриці, коли симптом характеризує однозначно відмову.

У випадку використання пошукових схем, що складаються за допомогою математичної логіки на підставі аналізу відмов та несправностей і відповідних їм проявлень відмов, між відмовами блоків і симптомів можливі різні зв'язки:

– зв'язок диз'юнктивний: $A_i \vee a_1 \vee a_2 \dots \vee a_i$;

– кон'юнктивний: $A_i \wedge a_1 \wedge a_2 \dots \wedge a_i$

(A_i – порядковий номер блока, a_i – номер зовнішнього характеру проявлення відмови або їх сукупність).

Для формування діагностичної моделі працездатності ФС повітряних суден (ПС) використовують матричні методи розпізнавання, що ґрунтуються на використанні нульового простору, в якому досліджувані події мають два рівня [4]. Ці рівні відповідають ряду елементарних висловлювань, кожне з яких може бути правдивим або неправдивим. Опис технічного стану ФС ПС, складений із ряду елементарних висловлювань, може мати вигляд функції:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_m),$$

де x_1, x_2, \dots, x_m – ознаки станів базових подій.

Логічні зв'язки між елементами можуть бути зображені або рівняннями, або діагностичною моделлю працездатності. Змінні x_i можуть набувати два значення:

$$x_i = \begin{cases} 0, & \text{якщо забезпечують розглядуваний режим функціонування;} \\ 1, & \text{якщо не беруть участі в розглядуваному режимі функціонування.} \end{cases}$$

Змінні x_i діагностичної моделі працездатності, що дорівнюють нулю, позначають ризикою зверху \bar{x}_i .

Отже, технічний стан ФС ПС, обумовлений різними режимами роботи, може бути зображений діагностичною моделлю працездатності у вигляді:

$$M1A = \begin{vmatrix} \bar{x}_1 & x_2 & \dots & \bar{x}_m \\ x_1 & \bar{x}_2 & \dots & x_m \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{x}_1 & \bar{x}_2 & \dots & x_m \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & 1 & \dots & 0 \\ 1 & 0 & \dots & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{vmatrix} \Leftrightarrow \begin{vmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \dots \\ P_m \end{vmatrix},$$

де P_j – технічний стан, що характеризує j -й режим функціонування системи.

Для організації програми діагностики з застосуванням ЕОМ необхідна база даних, що призначена для оперативного забезпечення інформацією системи автоматизованого пошуку і локалізації місця відмови. Вона являє собою набір даних (масиви), що містять характеристики і параметри ФС ПС. Масиви інформації за кожною із систем мають свої коди і передаються по каналах зв'язку під час польоту. Це забезпечує формування технологічної документації до автоматизованого пошуку відмов ще до посадки літака.

Кодування збереженої інформації здійснюється відповідно до зовнішніх проявлень відмов. Код складається з дев'яти знаків. Із них три цифри на початку коду є ім'ям бібліотеки (код ФС ПС), а шість наступних (по двох відповідно) кодують назву підсистеми, порядковий номер відмови і місце відмови. Ці шість цифр позначають назву розділу бібліотеки. Такі бібліотеки складають для кожного типу ПС.

У процесі експлуатації інформаційна база даних у разі необхідності коректується і доповнюється, виключається застаріла інформація, змінюється інформація, за якою отримані уточнення. Це викликано нагромадженням статистики по відмовах ФС АО і проведеними в них доробками. По кожній системі є набори вихідних даних і технологічні вказівки до пошуку місця відмовлення, що дозволяє з високою оперативністю видавати необхідну документацію в цех оперативних форм обслуговування ПС.

Розділи бібліотеки технологічних указівок до пошуку відмов ФС АО формуються програмним способом під час обчислювання за вихідними даними. Після кожного обчислювання результати записуються у відповідний розділ на місце результатів попереднього обчислювання по кожній підсистемі чи системі АО, що має заданий код. Вихідні дані по кожній ФС можна коректувати. Передбачено також можливість зчитування з екрана і виведення на друк довідкової інформації та каталогів (див. рисунок).

Окремий набір даних по ФС містить усю необхідну інформацію для забезпечення роботи програмного забезпечення пошуку і локалізації місця відмови, допоміжну інформацію для інженера у вигляді коментарів і перспективну інформацію, що буде використовуватися надалі.

До набору даних входить така інформація:

- кількість блоків та вузлів у ФС і їхнє з'єднання між собою відповідно до фідерної схеми;
- назва блоків, агрегатів, контрольованих параметрів у них і робочі діапазони останніх;
- статистичні дані про відмови блоків і вузлів ФС;
- часові витрати для контролю параметрів і для заміни блоків;
- вартісні показники діагностичних перевірок.

Набір даних являє собою набір груп однохвильової інформації. Розмір групи визначається кількістю рядків у ній і відповідає кількості блоків у ФС. Отже, кожному блоку відповідає рядок інформації з тим же порядковим номером. У першому рядку набору даних вводиться ціле число, яке дорівнює кількості блоків у ФС.

На підставі інформації, що зберігається в інформаційній базі даних (ІБД), зважається задача створення технології, що регламентує пошук і локалізацію місця відмови.

Для автоматизованого пошуку і локалізації місця відмови створюється програмне забезпечення (ПЗ). Програмне забезпечення являє собою комплекс програм, кожна з яких вирішує повну підзадачу.

Вихідні форми технології пошуку виробу, що відмовив, визначаються вимогами експлуатаційних підприємств. Передбачено можливість видачі назв блоків, які підлягають контролю, послідовність їхньої перевірки і опис параметра, що перевіряється, з вказівкою його номіналу.

Опис параметра, що перевіряється, можна у разі необхідності розширити. Така технологія дає можливість проводити позапланове відновлення ФС ПС менш кваліфікованим персоналом і прискорює час їхнього відновлення. Форми вихідної інформації можна готувати заздалегідь і записувати їх на носій інформації з відповідним кодом. Під час нагромадження статистики про відмови вони коректуються і на попереднє місце записуються скоректовані вихідні форми.

Висококваліфікований персонал бере участь, переважно, тільки в підготовці таких вихідних форм.

Модель наслідків функціональних відмовлень виробів і агрегатів ФС ПС зображують у вигляді таблиці. Бази події, що характеризують кількість видів функціональних відмов, позначають $i = 1 \dots N$.



Алгоритм організації ІБД

Модель наслідків функціональних відмов виробів і агрегатів ФС ПС

Наслідки відмов при спрацьовуванні захисту	1, 2, ..., N
Наявність апаратури захисту	0, якщо непередбачений захист; K _i , якщо передбачений захист
Наслідки відмов при неспрацьовуванні захисту	i, 1=1, 1; ...; N, 1
Наслідки відмов з урахуванням дій екіпажу	УНП – 1 УУП – 2 АС – 3 КС – 4

Примітка. УНП – умови нормального польоту; УУП – ускладнення умов польоту; АС – аварійна ситуація; КС – катастрофічна ситуація.

Видам відмов присвоюються цифрові позначення 1, 3, 4, що заносяться у таблицю відповідно до умови:

$$N_{[i]} = \begin{cases} \text{НМ}_{[i,1]} & \text{за умови спрацювання захисної апаратури;} \\ \text{НМ}_{[i,3]} & \text{за умови неспрацювання захисної апаратури;} \\ \text{НМ}_{[i,4]} & \text{за умови парирування небезпечних наслідків відмови.} \end{cases}$$

Наявність або відсутність захисної апаратури за видами відмов має відповідати умовам:

$$\text{НМ}_{[i,2]} = \begin{cases} 0 & \text{– непередбачена захисна апаратура;} \\ K_{[i]} & \text{– номер захисної апаратури.} \end{cases}$$

Сформульовану діагностичну модель працездатності й алгоритм організації інформаційної бази даних використовують для аналізу функціональної ефективності електрифікованих комплексів і задач прогнозування появи особливих випадків польоту.

Список літератури

1. Ивахненко А.Г. Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами. – К.: Техніка, 1975. – 312 с.
2. Рябинин И.А. Основы теории и расчета надежности судовых электроэнергетических систем. – Л.: Судостроение, 1971. – 456 с.
3. Курганский О.А., Ницай В.Е. Алгоритм расчета надежности систем энергоснабжения летательных аппаратов логико-статистическим методом. – К.: РФАП АН УССР, 1975. – 28 с.
4. Диагностирование и прогнозирование технического состояния авиационного оборудования / Под. ред. И.М. Синдеева. – М.: Транспорт, 1984. – 191 с.

Стаття надійшла до редакції 18.12.02.