УДК 629.735

Владов С. І., к.т.н.
Шмельов Ю. М., к.т.н.
Буряк Д. Є., курсант
Сєдов М. В., курсант
Кременчуцький льотний коледж Харківського національного університету внутрішніх справ, м. Кременчук, України

ЩОДО ПИТАННЯ КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВІАЦІЙНОГО ДВИГУНА ТВ3-117 В УМОВАХ ЙОГО БОРТОВОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

На даний час в умовах бортової експлуатації контроль і діагностику технічного стану авіаційних двигунів, в тому числі, й двигуна ТВ3-117, здійснюється наземно-бортовою системою контролю і діагностики, яка, в основному, вирішує задачі експрес-аналізу, розрахована на ті ресурси, що знаходяться на борту повітряного судна.Основними задачами, що розв'язуються системами моніторингу технічного стану авіаційних двигунів, є [1]:

– отримання оперативної інформації про стан кожного зразка двигуна для обґрунтованого прийняття рішення про його подальшу експлуатацію;

– прогнозування і попередження розвитку відмов з метою максимально можливого скорочення числа відмов двигуна і зменшення вартості відновлювальних ремонтів;

– локалізація відмов і ідентифікація їх причин і ознак з метою мінімізації обсягу робіт з усунення дефектів;

– вироблення рішень, пов'язаних з плануванням обслуговування авіаційного двигуна.

Аналіз існуючих систем моніторингу авіаційних двигунів показує, що вони потребують суттєвих доопрацювань. Це пов'язано із застарілими концепціями і підходами, які в сучасних умовах динамізму розвитку інформаційних технологій часто не витримують гідної конкуренції на світовому ринку авіаційної техніки і технологій. Процес моніторингу і управління експлуатацією вже не може бути стандартно представленим у рамках «частинних» програм технічного обслуговування і ремонту.

До недоліків сучасних систем моніторингу та управління експлуатацією авіаційних двигунів необхідно віднести таке:

– існуючі системи функціонують відокремлено і взаємодіють у міру необхідності (у процесі аварійних і катастрофічних ситуацій);

– не мають єдиного банку даних випробувань (контролю, діагностування, оцінки ресурсу тощо);

– збережені дані різнорідні за своєю суттю (зберігаються в різних форматах, операційних системах, погано структуровані і узгоджені, часто надлишкові);

– відсутня система підтримки та прийняття рішень;

– системи контролю та діагностики базуються на методі допускового

© Владов С. І., Шмельов Ю. М.,
Буряк Д. Є., Сєдов М. В., 2020

контролю;

– випробування здійснюються на морально застарілій апаратурі;

– програми технічного обслуговування і ремонту погано пристосовуються (адаптуються) до швидкоплинних умов експлуатації тощо.

Однією з основних тенденцією розвитку авіаційних двигунів є зростання контрольованих параметрів.Своєчасний і ефективний контроль і діагностування стану двигуна на основі інтелектуальних технологій (експертних систем, нечіткої логіки, нейронних мереж) дозволяє скоротити час технічного обслуговування у процесі стендових і доводочних випробувань.

Методи інтелектуального аналізу даних є новий потужний напрямок, що доповнює і розвиває класичні статистичні методи дослідження, що їх називають у вітчизняній і зарубіжній літературі як DataMining– «здобич» даних і виявлення знань [2]. DataMining використовує сучасні інтелектуальні технології, що включають в себе: нейронні мережі, нечітку логіку, експертні системи. Ці технології використовуються автором в даній роботі для інтелектуального аналізу даних і вирішення широкого спектра завдань контролю і діагностики технічного стану авіаційного двигуна ТВ3-117.

Експлуатація авіаційного двигуна ТВ3-117 в рамках його життєвого циклу може бути наведена наступною часовою віссю (рис. 1), на якому позначено: I – приймально-здавальні випробування; II – льотні випробування; III – державні випробування; IV – експлуатація; V – ремонт (регламентні роботи); VI – експлуатація; VII – ремонт; VIII – випробування; IX – експлуатація; X – зняття з експлуатації.

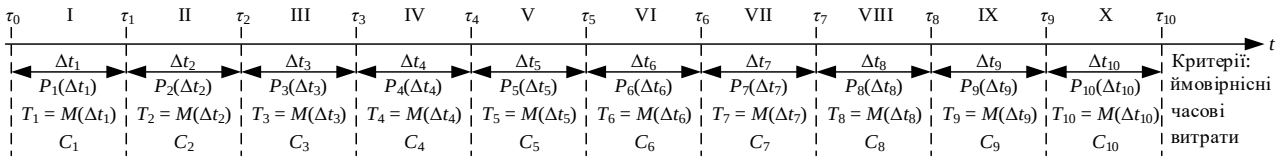

Рисунок 1 – Основні критерії процесу експлуатації авіаційного двигуна

Часовій осі t відповідають величини $\tau_0 \ldots \tau_{10}$ – випадкові події; $\Delta t_1 \ldots \Delta t_{10}$ – інтервали часу, що описують характерні ділянки експлуатації двигуна; $P_i(\Delta t_i)$, $i = 1, 2, \ldots, 10$ – ймовірності безвідмовної роботи двигуна на виділених ділянках експлуатації; $T_1 \ldots T_{10}$ – середній час безвідмовної роботи двигуна на виділених ділянках експлуатації; $C_1 \ldots C_{10}$ – витрати на виконання робіт у процесі експлуатації двигуна; $L_1 \ldots L_{10}$ – необхідна оперативна пам’ять для виконання операції; Z – ризики. Отже, життєвий цикл авіаційного двигуна, пов’язаний з його експлуатацією, характеризується трьома основними критеріями: імовірнісними, часовими та витратами. При цьому у процесі експлуатації авіаційних двигунів прагнуть зменшити час випробувань:

$$t_i = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \Delta t_5 + \Delta t_7 + \Delta t_8 \rightarrow \min;$$

а час експлуатації збільшити: $t_j = \Delta t_4 + \Delta t_6 + \Delta t_9 \rightarrow \max$.

Отже, узагальнений критерій R може бути приведений у вигляді:

$$R = P(t_\Sigma) = P_1(\Delta t_1) P_2(\Delta t_2) \ldots P_{10}(\Delta t_{10}) = \prod_{i=1}^{n} P_i(\Delta t_i) \rightarrow \max; \quad (1)$$

при цьому $T_\delta = \sum_i \Delta t_i \to \min; T_\xi = \sum_j \Delta t_j \to \max; C = \sum_{i=1}^{n} C_i \to \min$.

Тоді задача оптимізації процесу ідентифікації параметрів технічного стану авіаційного двигуна, в тому числі, й двигуна ТВ3-117, можна навести як

$$\begin{cases} R \to \max; \sum_i L_i \le L_{зад}; \\ T_\Sigma \ge \left(T_\Sigma\right)_{зад}; \sum_i Z_i \le Z^*_{зад}; \\ C \le C_{зад}. \end{cases} \quad (2)$$

На рис. 2 показано зміну ефективності контролю в умовах невизначеності (шуми вимірювань, неповнота і недостовірність інформації, структурна і параметрична невизначеність тощо). Легко помітити, що класичні методи (рис. 2, а) успішно справляються з завданнями контролю (прийняття рішень) в умовах «малої» невизначеності, а застосування інтелектуальних методів на цій ділянці недоцільно («стрільба з гармати по горобцях»). З іншого боку, інтелектуальні методи (рис. 2, б) добре «працюють» в умовах «великої» невизначеності, в той час як застосування класичних методів в цих умовах мало ефективно. Отже, комбінація класичних та інтелектуальних методів дає той оптимум, який дозволить найбільш ефективно і якісно здійснювати контроль технічного стану авіаційного двигуна ТВ3-117 [3].

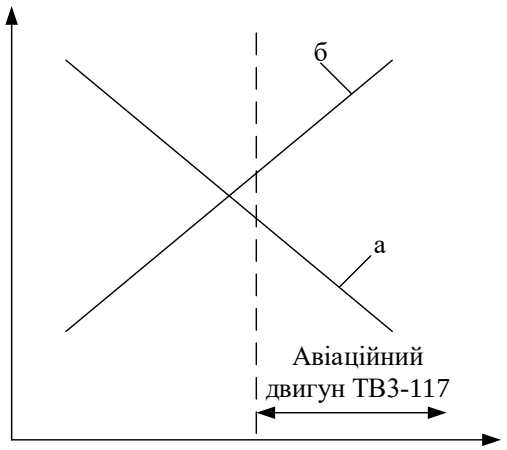

Рисунок 2 – Зміна ефективності контролю і діагностики технічного стану авіаційного двигуна ТВ3-117 в умовах НІ-факторів:
а – класичні методи; б – інтелектуальні методи

Розробка інтелектуальних технологій автоматизації випробувань і управління експлуатацією авіаційного двигуна передбачає їх розподіленість.

Основним недоліком сучасних інформаційних технологій моніторингу та управління експлуатацією авіаційних двигунів, в тому числі, і двигуна ТВ3-117, є [4]:

– інформаційний консерватизм підприємств, що створюють і експлуатують авіаційні двигуни (обмін інформацією між підприємствами здійснюється нерегулярно, а в міру необхідності);

– відсутній єдиний інформаційний простір (на кожному підприємстві своя система автоматизації збору і зберігання інформації);

– відсутні міжнародні стандарти, в рамках яких здійснювалася б інтеграція контрольованих і діагностуються даних двигуна;

– відсутність єдиного формату даних (дані зберігаються в різних форматах);

– відсутня документообіг на підприємствах галузі;

– в останні роки на підприємствах-виробниках, а також в конструкторських бюро кількість випробувань було суттєво скорочено приблизно в 6 разів;

– велика кількість інформації, пов'язаної з випробуваннями, було безповоротно втрачено в процесі переходу на нову обчислювальну техніку;

– на підприємствах галузі застосовуються різнорідні БД і СУБД;

– відсутня інтелектуалізація процесу моніторингу та управління експлуатацією.

Таким чином, у цих умовах розв’язок задачі розробки сучасних інформаційних систем контролю і діагностики технічного стану авіаційного двигуна ТВ3-117 із застосуванням методів штучного інтелекту, є актуальною та своєчасною.

Список літератури

1. Васильев В. И., Жернаков С. В., Муслухов И. И. Бортовые алгоритмы контроля параметров ГТД на основе технологии нейронных сетей. *Вестник УГАТУ*. 2009. Т. 12. № 1 (30). С. 61–74.

2. Sjoblom O. Data Mining Challenges in the Management of Aviation Safety. 13th Conference one-Business, e-Services and e-Society. 2014. P. 213–223.

3. Контроль і діагностика технічного стану авіаційного двигуна ТВ3-117 із застосуванням модернізованих методів найменших квадратів й зрівнювання / Владов С. І., Шмельов Ю. М. та ін. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2020. Том 31 (70). № 1. Частина 1. С. 14–20.

УДК 656.7.086:629.735.083

Галюк П. Ю., Савченко І. А., студенти
Науковий керівник: Попов О. В., к.т.н., доцент
Національний авіаційній університет, м. Київ, Україна

ВПЛИВ ЛЮДСЬКОГО ЧИННИКА В УМОВАХ ЗМІНИ ПАРКУ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ЕКСПЛУАТАНТА

Повітряне судно (ПС) є складною технічною системою найдовшим етапом життєвого циклу якого є експлуатація. Реалізовані в процесі проектування й виробництва характеристики ПС та його компонентів дозволяють здійснювати польоти протягом десятків років. Обмеження з боку охорони навколишнього середовища, застосування новітніх технологій виробництва, діагностування поточного технічного стану, розробок в області авіоніки у певній мірі

© Галюк П. Ю., Савченко І. А., 2020