

УДК 629.7.036.34

Пащенко С. В., Лобуцько О. П.

Державний науково-дослідний інститут авіації. Україна, м. Київ

ТЕХНОЛОГІЇ ПРОДОВЖЕННЯ ЕТАПІВ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ

Анотація

На підставі досвіду супроводження експлуатації та ремонту газотурбінних двигунів розглянуто науково-технічні аспекти розвитку технологічного забезпечення продовження етапів їх життєвого циклу.

Abstract

On the basis of experience of accompaniment of exploitation and repair of turbo-engines the scientific and technical aspects of development of the technological providing of continuation of the stages are considered them life cycle.

Сучасний авіаційний газотурбінний двигун (ГТД) є наукоємним високотехнологічним продуктом, аналогів якому за рівнем напруг і теплового стану деталей немає серед інших виробів машинобудування [1]. Авіаційні ГТД РД-33, АЛ-31Ф, АЛ-21Ф-3Т, Д-30КП, Р 95Ш проектувались і виготовлялись у 70–90-х роках. Відповідно у цей період створювались і технології виробництва, ремонту та обслуговування ГТД цих типів. Фактично вони віддзеркалюють рівень науково-технічного прогресу 20–40-річної давнини і спрямовані на забезпечення показників якості ГТД із заданим у той час життєвим циклом (ЖЦ).

Необхідність забезпечення постійної готовності до вирішення завдань, що покладені на військову авіацію, з одного боку, та мінімізація витрат на її утримання, з другого, обумовили створення в Україні власної нормативно врегульованої системи продовження встановлених показників, яка базується на реалізації комплексу заходів з участю авіаційних ремонтних підприємств (АРП), експлуатуючих частин, підприємств промисловості та науково-дослідних установ. Так, наприклад, за результатами досліджень в умовах АРП та дефектації ГТД, що відпрацювали міжремонтні ресурси вивчено характер типових дефектів і несправності КЕ. При цьому основною умовою продовження етапу експлуатації конкретного авіаційного ГТД є задовільні результати виконання операцій контролю і відновлення його КЕ перш за все найменш надійних (критичних). Набутий досвід супроводження експлуатації і ремонту ГТД свідчить про необхідність розвитку технологічного забезпечення продовження етапів ЖЦ за такими напрямками:

- створення інформаційних систем моніторингу технічного стану ГТД на підставі поглибленого аналізу експлуатаційних факторів (ЕФ);
- вдосконалення технологій контролю технічного стану КЕ шляхом впровадження перспективних методів і засобів діагностування;
- використання новітніх технологій відновлення технічного стану КЕ.



У процесі досліджень для оцінки показників якості ГТД виконується значний обсяг робіт з огляду КЕ і вимірювань значень параметрів, які систематично фіксуються, внаслідок чого накопичується статистична інформація, що характеризує технічний стан ГТД та динаміку його зміни протягом ЖЦ [4, 5]. Продовження етапів ЖЦ (експлуатації) конкретного ГТД потребує забезпечення достовірності контролю і прогнозування його технічного стану на підставі аналізу впливу індивідуальних ЕФ і проявлення діагностичних ознак. Це досягається за рахунок створення і впровадження інформаційних систем:

- моніторингу параметрів ГТД [6] і забезпечення оцінки правильності функціонування вузлів і систем;
- моніторингу виробітку ресурсу КЕ, що забезпечує аналіз вичерпання запасів термодіагностичної довговічності і тривалої міцності ресурсолімітуючих деталей ГТД [7];
- оцінки довговічності та зберігаємості КЕ на основі аналізу впливу ЕФ на критичні КЕ.

Проведення моніторингу параметрів ГТД передбачає створення методології використання індивідуальної інформації про об'єкт, вимірювальних і обчислювальних засобів, комплексу математичних методів оброблення та поглибленого аналізу технічного стану ГТД [5, 6]. Перевірка правильності функціонування і прогнозування технічного стану ГТД ґрунтується на логічному аналізі параметрів і сигналів, експрес-аналізі об'єктивної інформації [1]. Для прогнозування працездатності ГТД використовується, як правило, трендовий аналіз, визначаються залежності зміни параметрів від наробітку, тенденції їх виходу за допустимий рівень.

Оцінка вичерпання ресурсів найбільш напружених КЕ ГТД в умовах експлуатації здійснюється системами обліку пошкодженості [6], достовірність яких визначається точністю:

- математичних моделей, що дозволяють за вхідними (зарєстрованими) параметрами, здійснювати розрахункову оцінку і безперервний моніторинг температурного і напруженого стану ресурсолімітуючих КЕ;
- моделей довговічності деталей за малоцикловою утомою, тривалою статичною міцністю та іншими факторами.

Оцінка довговічності та зберігаємості КЕ здійснюється на підставі аналізу впливу зовнішніх ЕФ і передбачає:

- отримання функціональних залежностей (математичних моделей) між показниками довговічності і зберігаємості виробів та значеннями зовнішніх ЕФ, що характерні для етапів експлуатаційного зберігання і виробітку ресурсів;
- вибір основних критичних вузлів, критеріїв їх відмови (пов'язаних з порушенням основних функцій матеріалів у системі матеріалів) і критичних значень критеріїв відмови.

Впровадження перспективних методів і засобів діагностування конкретного типу ГТД, в свою чергу, вимагає розроблення технологій їх застосування для оцінки фактичного технічного стану визначених КЕ, визначення допусків на їх можливі пошкодження та алгоритмів оброблення інформації.

Значний відсоток парку ГТД достроково знімається з експлуатації через недопустимі пошкодження лопаток компресорів. Аналіз нормування пошкоджень лопаток компресорів показує, що вітчизняні норми більш жорсткі по відношенню до закордонних, що стимулює розвиток технологій відновлення цих КЕ з використанням сучасних вискоелективних засобів відновлення та індивідуального підходу до визначення їх дозволеного наробітку.

Таким чином, розвиток науково-технічного прогресу і необхідність забезпечення працездатності КЕ ГТД в сучасних умовах стимулює розвиток технологій їх ремонту, а саме:

- створення високоякісних конструкційних матеріалів, покриттів і систем матеріалів виробів взаємодіючих технологій виготовлення і ремонту КЕ ГТД;
- створення перспективних технологій відновлення властивостей КЕ [7] і забезпечення подальшої безпечної експлуатації;
- удосконалення технологій неруйнівного контролю технічного стану КЕ у процесі виробництва та ремонту.

Подальший розвиток технологічного забезпечення діагностування і відновлення КЕ ГТД шляхом впровадження сучасних засобів і методик їх застосування дозволить обґрунтовано керувати етапами ЖЦ виробів за межами, які встановлені виробниками.

Література

1. *Прогрессивные технологии моделирования, оптимизации и интеллектуальной автоматизации этапов жизненного цикла авиационных двигателей: Монография* / А. В. Богуслаев, Ал. А. Олейник, Ан. А. Олейник, Д. В. Павленко, С. А. Субботин; Под ред. Д. В. Павленко, С. А. Субботина. — Запорожье: ОАО «Мотор Сич», 2009. — 468 с.
2. *Порядок* переведення та експлуатації за технічним станом військової авіаційної техніки, за якою не здійснюється авторський нагляд, затверджений наказом Міністра оборони України від 20.02.07 № 61.
3. *Порядок* виконання робіт з індивідуального збільшення встановлених показників військової авіаційної техніки, за якою не здійснюється авторський нагляд, затверджений наказом командувача Повітряних Сил Збройних Сил України від 02.10.07 № 364.
4. *Лобунько О. П., Макаревич І. М.* Напрямки вдосконалення алгоритмів контролю і прогнозування технічного стану АД. К.: ДНДІА, 2005. — С. 89–94.

5. Лобунько О. П., Кузьмін С. М. Організація моніторингу функціональних параметрів авіаційних двигунів. К.: ДНДІА, 2010. — С. 195–199.

6. Самулеєв В. В., Лобунько О. П., Бологін А. С. Методика оцінки пошкодженості лопаток турбін авіадвигунів. К.: НЦ ВПС ЗС України, 2003. — С. 195–199.

7. Ющенко К. А. Відпрацювання технології ремонту робочих лопаток ТВТ 088.24.8940 і ТВТ 088.24.8970 зі сплаву ЖС-26 і ЖС-32. Тези доповіді на науково-практичній конференції «Актуальні проблеми розвитку авіаційної техніки». К.: ДНДІА, 2009.