

В. В. Погребний, О. Б. Аніпко

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗМІН ТЕМПЕРАТУРИ ВИХІДНИХ ГАЗІВ ГТД ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІН ПОКАЗНИКІВ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМНОСТІ ЛІТАКА МІГ-29

Анотація: у даній доповіді досліджено закономірності змін температури вихідних газів газотурбінного двигуна (ГТД) літака МіГ-29 з метою прогнозування показників його паливної економічності. У рамках дослідження застосовуються сучасні методи аналізу, параметри C_4 (температура газів за турбіною) та інструменти обробки великих обсягів даних, що сприяє підвищенню точності прогнозів і прийняттю обґрунтованих рішень щодо технічного обслуговування та управління ресурсами двигунів.

Ключові слова: газотурбінний двигун, температура газів за турбіною, МіГ-29, прогнозування, оптимізація, ефективність, діагностика, технічне обслуговування.

Abstract: this report investigates the regularities of changes in the temperature of the exhaust gases of the MiG-29 gas turbine engine (GTE) in order to predict its fuel efficiency. The study uses modern methods of analysis, C_4 parameters (turbine gas temperature) and tools for processing large amounts of data, which contributes to improving the accuracy of forecasts and making informed decisions on maintenance and management of engine resources.

Keywords: gas turbine engine, turbine gas temperature, MiG-29, forecasting, optimisation, efficiency, diagnostics, maintenance.

Температура вихідних газів газотурбінного двигуна (ГТД) літака МіГ-29 є одним з найважливіших експлуатаційних параметрів, який визначає ефективність роботи двигуна, його надійність та впливає на паливну економічність авіаційної системи. Урахування і дослідження закономірностей змін цього показника є необхідним для забезпечення ефективної експлуатації та своєчасного технічного обслуговування авіаційної техніки. Мета цього дослідження полягає в розробці моделей і методів для прогнозування змін паливної економічності на основі аналізу температури вихідних газів за турбіною

Теоретичне підґрунтя дослідження спирається на фізичні закони термодинаміки і принципи роботи газотурбінних установок. Під час згоряння паливної суміші у камері згоряння ГТД утворюються високотемпературні вихлопні гази, температура яких прямо залежить від умов згоряння, якості палива, рівномірності його подачі та загального технічного стану двигуна. Однак зміни температури можуть бути спричинені як поступовим зношенням компонентів двигуна, так і впливом зовнішніх факторів, таких як навколишнє середовище або характерні режими роботи (наприклад, форсований режим при бойових маневрах або крейсерська швидкість у патрулюванні).

Емпіричний аспект дослідження полягає у зборі великого обсягу даних про температуру вихідних газів під час різних режимів роботи ГТД. Ці дані можна отримати за допомогою високочутливих датчиків, встановлених у системі вихлопу, та систем автоматичного реєстрування параметрів польоту. Важливим завданням є забезпечення достовірності та репрезентативності зібраних даних, що включає контроль умов експерименту та аналіз впливу

змінних факторів, які можуть призвести до викривлень. Зібрані дані піддаються попередній обробці, очищенню від аномальних значень і систематизації.

Прогнозування впливу температури вихідних газів на паливну економічність є важливим етапом дослідження. На основі отриманих моделей здійснюється оцінка того, як зміни температури можуть впливати на витрату палива в різних режимах експлуатації. Наприклад, робота двигуна при підвищеній температурі вихідних газів може свідчити про зниження його термодинамічного КПД і необхідність збільшення витрати палива для підтримки необхідної потужності. Завдяки прогнозним моделям можна оптимізувати режими роботи двигуна таким чином, щоб зменшити витрату палива при збереженні необхідних льотних характеристик літака.

Аналіз впливу на ресурс двигуна дозволяє зрозуміти, як тривала робота при певних температурних умовах може призводити до зношення критичних компонентів ГТД, таких як

лопатки турбіни, камери згоряння або підшипникові вузли. Високі температури створюють додаткове навантаження на матеріали, викликаючи їх старіння та втому. Точні прогностичні моделі допомагають передбачити можливе пошкодження компонентів і дозволяють скласти більш ефективні графіки технічного обслуговування, що забезпечить високу надійність двигуна і зменшить ризик відмов під час виконання польотних завдань.

Практичне значення цього дослідження полягає в розробці рекомендацій для оптимізації експлуатаційних режимів ГТД літака МіГ-29, що дозволить зменшити витрати палива та підвищити ефективність використання ресурсу двигуна.

Використання прогностичних моделей і аналізу у реальному часі сприятиме прийняттю рішень щодо технічного обслуговування, зменшенню експлуатаційних витрат і підвищенню загальної бойової готовності. Результати дослідження можуть бути інтегровані в системи управління технічним станом літаків, що дозволить автоматизувати процеси моніторингу і зробити управління авіаційними ресурсами більш ефективним.

У підсумку, дослідження закономірностей зміни температури вихідних газів ГТД забезпечить глибше розуміння впливу цього параметра на паливну економність і надійність двигуна, відкриваючи нові можливості для вдосконалення експлуатації літаків МіГ-29. Це дослідження має стратегічну важливість для авіаційної галузі, оскільки сприяє підвищенню ефективності використання авіаційної техніки, забезпеченню безпеки польотів і зменшенню впливу на навколишнє середовище за рахунок раціонального використання паливних ресурсів.

Список використаних джерел:

1. Авіаційні газотурбінні двигуни: Теорія та практика / Під ред. І. М. Іванова. – Київ: Вид-во НАУ, 2018. – 512 с.
2. Блохін, В. А. Основи теорії та проектування газотурбінних установок. – Харків: ХАІ, 2015. – 384 с.
3. Smith, J. R., and Johnson, K. L. Gas Turbine Performance Analysis. – Cambridge: Cambridge University Press, 2020. – 412 p.
4. Черняк, О. В. Теплові процеси в ГТД: Методичні підходи та практичні рекомендації / Вісник машинобудування. – 2018. – № 5. – С. 34-42
Кравчук А. П. Авіаційні двигуни: конструювання та експлуатація. – Дніпро: ДНУ, 2019. – 300 с.

***Погребний Владислав Вікторович** – бакалавр з авіаційного транспорту, студент магістратури, e-mail: pogrebniy.vlad1902@ukr.net , Харківський Національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м.Харків.*

***Олег Борисович Аніпко** – д-р техн. наук, професор, Професор кафедри інженерно-авіаційного забезпечення, Харківський Національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м.Харків, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3678-2528>*

***Pohrebnyi Vladyslav Victorovich** - Bachelor's degree in Aviation Transport, Master's student, e-mail: pogrebniy.vlad1902@ukr.net, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv.*

***Oleg Borysovych Anipko** - Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Aviation Engineering, Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine. ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3678-2528>*