



ПРОБЛЕМИ ЕКОНОМІЧНОСТІ ДВОКОНТУРНОГО ГАЗОТУРБІННОГО ДВИГУНА НА ДРОСЕЛЬНИХ РЕЖИМАХ ПОЛЬОТУ

А. І. Малов

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний університет»*

У сучасній авіації основним пріоритетом є підвищення економічності та екологічності авіаційних двигунів. Незважаючи на високу ефективність сучасних двигунів у номінальних режимах, дросельні режими залишаються проблемною зоною з точки зору оптимального згоряння палива, газодинамічної стійкості компресорів і загального ККД. У зв'язку з цим питання покращення економічності двоконтурних ГТД саме на дросельних режимах є надзвичайно актуальним. Даною проблематикою займалися велика кількість науковців, проте вона досі залишається актуальною та невичерпною [1].

Дросельні режими польоту — це режими, на яких газотурбінний двигун (ГТД) працює не на повній тязі, а зі зменшеним подаванням пального та повітря. Такі умови характерні при зниженні літака, або маневрування на малій висоті. На цих режимах двигун повинен залишатися стабільним, надійним, ефективним та економічним. Через неможливість забезпечити однакову оптимальну ефективність та економічність на всіх режимах польоту, двигун проектується для досягнення максимальних показників ККД та мінімальних параметрів питомої витрати палива на крейсерському (номінальному) режимі, найдовшому під час польоту. Для того, щоб забезпечити кращі параметри на нерозрахункових режимах, використовують різні методи та підходи:

1. FADEC (повне цифрове керування двигуном) — це електронна система, яка повністю контролює роботу газотурбінного двигуна без потреби в ручному втручанні пілота. Система отримує дані про політ (густину повітря, положення дроселя, температуру й тиск у двигуні тощо) і автоматично керує всіма параметрами для досягнення оптимальної ефективності. У контексті дросельних режимів FADEC є критично важливим інструментом — він забезпечує плавну зміну тяги, запобігає нестабільності та знижує витрати пального [2].
2. Регульовані направляючі апарати компресора. Дозволяють підтримувати необхідний запас стійкості, але також можуть підвищувати економічність на дросельних режимах. Теоретично можливо «розширити» область розрахункового режиму за рахунок використання регульованих робочих лопаток компресора, але це підвищує складність конструкції та масу, а також зменшує надійність компресора [3].
3. Сопло змінної геометрії (або регульоване сопло). На малих режимах тяги (дросельних) зменшується витрата повітря і температури газів, а тому фіксована геометрія сопла може призводити до нерівномірного розширення потоку і втрат енергії. Змінюючи площу вихідного перерізу, сопло адаптується до поточних умов роботи двигуна, забезпечуючи оптимальний тиск і температуру на виході. Проте у цивільній авіації регульовані сопла



не використовуються через складність та вагу конструкції, зменшення надійності двигуна та погіршення показників шуму.

Стрімкий розвиток технологій у сфері електротехніки відкриває нові можливості для підвищення ефективності авіаційних силових установок. У цьому контексті дедалі більшої актуальності набуває ідея гібридизації газотурбінних двигунів, яка поєднує переваги традиційної тяги з електричними компонентами для зниження витрат пального.

Враховуючі те, що вищеописані методи покращення економічності газотурбінних двигунів на даний момент вже досягли високого рівня розвитку, плануємо в подальших наукових роботах досліджувати можливість використання останніх відкриттів науки в електротехніці для досягнення кращих показників економічності двоконтурних двигунів на дросельних режимах польоту.

Отже, підвищення економічності двоконтурних газотурбінних двигунів на дросельних режимах залишається важливим і складним завданням. Існуючі рішення, такі як FADEC, регульовані направляючі апарати та змінна геометрія сопла, вже забезпечили суттєвий прогрес. Проте їхній подальший розвиток обмежений конструктивною складністю та вимогами надійності. Нові перспективи відкриває гібридизація двигунів із застосуванням електротехнічних технологій. Подальші дослідження мають бути спрямовані на інтеграцію цих рішень для досягнення ще вищої ефективності на дросельних режимах.

Перелік посилань

1. Synthesis of a gas turbine engine control system based on fuzzy logic [Text] / O. V. Kuchmustenko, M. V. Shavranskyi, B. S. Nezamay, O. G. Malko / Methods and devices of quality control. - 2021. - Vol 1. - № 46. - P. 53–62.
2. Scientometric analysis and critical review of gas turbine aero-engines control: From Whittle engine to more-electric propulsion [Text] / S. J. Mohammadi, S. A. Miran Fashandi, S. Jafari, T. A Nikolaidis / Measurement and control. - 2021. - Vol 54. - № 5-6. - P. 935–966.
3. Profitability of the gas-turbine engine with two-row blade wreaths in the axial compressor [Text] / П. І. Греков, Л. Г. Волянська, К. Хагані, В. Є. Алпатов / Proceedings of National Aviation University. - 2005. - Vol 26. - № 4. - P. 51–54.

ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПІДШИПНИКІВ ШЛЯХОМ ЗАМІНИ ТІЛ КОЧЕННЯ НА КЕРАМІЧНІ

А. О. Рак, О. М. Гнисько

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»*

Підвищення ефективності роботи турбомашин неможливе без удосконалення їх підшипникових вузлів. Оскільки сучасні турбоагрегати працюють на підвищених обертах і в умовах значного теплового та механічного навантаження, звичайні сталеві кулькові елементи підшипників досягають своїх меж. Одним з ефективних способів вирішення цієї проблеми є використання керамічних тіл кочення.