

УДК 629.7

С.В. Шевченко, І.О. Пічко

ПОКРАЩАННЯ ПАЛИВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІЙСЬКОВО-ТРАНСПОРТНОГО ЛІТАКА

Проведено аналіз впливу різних факторів та засобів на паливну ефективність транспортних літаків. Покращання паливної ефективності пропонується здійснювати шляхом мінімізації втрат аеродинамічної якості на балансування за рахунок зменшення запасу статичної стійкості літака.

Постановка проблеми

Одним з пріоритетних напрямків розвитку транспортної та цивільної авіації є створення технологій, направлених на зниження собівартості транспортних та пасажирських перевезень. Одне з найважливіших завдань при цьому полягає в розробці заходів щодо підвищення економії палива при виконанні транспортних перевезень. Одним з критеріїв економічності того чи іншого транспортного літака є так звана питома ефективність палива ($q_{\text{пит}}$), яка визначає кількість палива на одиницю транспортної продукції (тонно-кілометр) [1]:

$$q_{\text{пит}} = m_{\text{п}} / (L m_{\text{кн}}),$$

де $m_{\text{п}}$ – маса палива, що витрачається на один політ;

L – дальність польоту;

$m_{\text{кн}}$ – маса корисного навантаження, що перевозиться.

Основна мета покращання паливної ефективності полягає не стільки в простій економії палива, скільки у створенні умов найменшої його витрати. У протилежному разі найбільш ефективно було б літати з якнайменшим корисним навантаженням, при якому забезпечуються якнайменші годинні витрати палива.

Таким чином, чим вище корисне навантаження, тим менше питома ефективність палива. Підвищення в експлуатації фактичного корисного навантаження літака на 1 тону зменшує показник питомої ефективності на 5...5,5 %, а це означає, що для перевезення заданого об'єму вантажів можна на кожні 100 рейсів зробити на п'ять рейсів менше [1].

Аналіз літератури. Шляхи покращання паливної ефективності

На теперішній час фахівцями проведено великий обсяг дослідних робіт щодо покращання паливної ефективності військово-транспортних і пасажирських літаків. Загальна економія палива в процесі польоту складається з економії на кожному етапі. Щорічно літаки військово-транспортної аві-

ації виконують десятки тисяч польотів, тому економія десятків кілограмів палива в кожному польоті дозволяє економити сотні тонн палива на рік у масштабах як комерційної, так і державної авіаційної компанії. Це свідчить про те, що не можна нехтувати навіть невеликими втратами палива в льотній експлуатації.

Питома ефективність палива залежить від багатьох факторів. У польоті екіпаж має нагоду забезпечувати економію палива за рахунок:

використовування найвигідніших висот і східчастих профілів, програм швидкостей крейсерського польоту, раціонального використання літакових систем (кондиціонування, протиобліднувальної);

зниження втрат аеродинамічної якості на балансування у польоті як у поздовжньому, так і в боковому каналі;

маневру після зльоту на зменшених швидкостях;

безступеневого набору висоти на оптимальному режимі за найкоротшим маршрутом;

точного розрахунку точки початку зниження; безступеневого зниження на оптимальному режимі;

використовування оптимальних режимів очікування; заходу на посадку з прямої;

більш пізнього випуску шасі і закрилків [1 – 3].

Економія палива, а точніше зниження питомих витрат палива на одиницю транспортної продукції на етапі передпольотної підготовки, визначається вибором оптимальних трас і висот ешелону та аварійно-необхідного запасу (АНЗ) палива; розрахунком максимально допустимих злітних і посадочних мас для аеродрому зльоту і посадки; потрібною масою палива і корисного навантаження; варіантом навантаження для забезпечення оптимальної центрівки.

Оптимальну трасу в загальному випадку визначають розрахунком часу польоту і потрібної маси палива для прогнозованих вітру і температур та трасових обмежень на висоту польоту. За оптимальну приймається траса, на якій витрата палива найменша і, як правило, якнайменший час польоту.

Звичайно, ця умова відповідає трасі якнайменшої протяжності, хоча у ряді випадків вітровий режим на трасі може змінити його. Невикористовування найвигідніших ешелонів приводить до значної перевитрати палива.

При польотах на дальність, яка більша за економічну, точний розрахунок і заправка палива без перевищення потрібного на політ з урахуванням АНЗ забезпечує можливість перевезення найбільшого корисного навантаження.

Усі ці перелічені засоби економії палива здатні значно покращити економічні показники транспортних перевезень. Але всі вони мають, як то кажучи, виробничий, а іноді й адміністративний характер, тобто в основному направлені на точне дотримання правил виконання польотів та якості експлуатації авіаційної техніки.

Одним з перспективних напрямків економії палива є зниження так званих втрат на балансування. Під втратами на балансування розуміється збільшення аеродинамічного опору літака внаслідок його вимушеного балансування на етапі сталого горизонтального польоту. А оскільки найбільшу економію палива можна досягти на крейсерському етапі польоту, який є найбільшим за часом етапом (приблизно 80 % загального часу роботи силової установки літака), то лише незначне зниження коефіцієнта лобового опору літака на цьому етапі може привести до значної економії палива взагалі. Одним із напрямків зменшення втрат на балансування є збільшення координати центру мас літака на етапі горизонтального польоту.

Таким чином, більш важливим вважається оцінювання можливості збільшення паливної ефективності військово-транспортного літака (ВТЛ) за рахунок зменшення втрат на балансування шляхом штучного збільшення його центрівки. Як досліджуваний літак обрано ВТЛ типу Ан-74, обладнаний активною системою керування забезпечення штучної стійкості (АкСКЗшс).

Мета статті – проведення аналізу впливу різних факторів та засобів на паливну ефективність транспортних літаків.

Основний матеріал

Аналіз світового досвіду транспортних перевезень показує, що із збільшенням центрівки літака зменшується відношення приросту кілометрової витрати до польотної маси внаслідок зменшення кута відхилення руля висоти [2]. При цьому кут атаки літака дещо зменшується, знижується й індуктивний опір. З досвіду світового літакобудування ця проблема конструктивно може бути вирішена, на-

приклад, перекачуванням частини палива у спеціальні ємності, що розміщені у хвостовій частині фюзеляжу (кіль, стабілізатор).

Перш за все необхідно з'ясувати вплив на характеристики балансування таких експлуатаційних чинників, як положення центру мас літака, а також виявити та оцінити зв'язок між параметрами балансування літака і коефіцієнтом аеродинамічного опору, а в подальшому і з параметрами, що характеризують паливну ефективність літака Ан-74.

Завдання зменшення втрат на балансування шляхом збільшення центрівки літака може бути впроваджене в життя лише за умови вирішення однієї дуже суттєвої проблеми. Ця проблема полягає у значному погіршенні характеристик стійкості та керованості літака внаслідок зменшення запасу статичної стійкості за перевантаженням, який і визначається положенням центру мас. Ще більше ускладнює вирішення цього питання накладення дуже широких обмежень (за умов безпеки польоту) на характеристики стійкості та керованості для неманеврених (транспортних) літаків.

Одним із напрямків вирішення цієї проблеми може бути застосування вдосконаленої системи автоматичного керування з елементами концепції "техніки активного керування", яка здатна створювати так звану "штучну стійкість" літака, а саме забезпечити потрібні характеристики стійкості та керованості [4].

На теперішній час при створенні й проектуванні літаків прагнуть поєднати можливості автоматичної системи керування з конструкцією літака. Керування набуває такого ж значення для літака, як і аеродинамічні й конструктивні особливості та силова установка.

Ще наприкінці ХХ-го століття в теорії та практиці бортових систем керування виділилися напрямки, який був спрямований на пошук методів керування та створення засобів, що ефективно впливають на льотно-технічні характеристики літаків. Ці засоби отримали назву "активні системи керування" (АкСК). За допомогою таких систем можна істотно покращити льотно-технічні, маневрові та тактичні характеристики літаків різних класів. Вплив нових систем керування на літак має таке велике значення, що можна говорити про літальний апарат (ЛА), конфігурація якого визначається системою керування. Термін "активне керування" вказує на цілеспрямований вплив за допомогою штатних чи додаткових рульових органів на найважливіші аеродинамічні характеристики і динамічні властивості ЛА [4].

Активні системи керування використовуються

для поліпшення льотно-технічних характеристик (ЛТХ) як надзвукових, так і дозвукових літаків різних класів. Перспективними є такі системи:

- зниження навантажень на конструкцію літака;
- покращання комфорту екіпажу та пасажирів при польоті в турбулентній атмосфері;
- безпосереднього керування аеродинамічними силами;
- гасіння пружних деформацій конструкції;
- забезпечення стійкості і керованості малостійкого ЛА.

Не менш актуальним та доцільним є застосування активних систем керування на літаках транспортної та цивільної авіації, таких, наприклад, як Ан-74.

Реалізація таких систем за умови забезпечення їх високої надійності й безвідмовності може дозволити перейти від традиційних для транспортних і пасажирських літаків запасів статичної стійкості за перевантаженням 10...12 % середньої аеродинамічної хорди (САХ) до запасів 2...4 % САХ, а в перспективі – до статично нейтрального і навіть статично нестійкого літального апарата. Перехід до таких центрівок і забезпечення необхідних характеристик стійкості покладається на активну систему керування забезпечення штучної стійкості літака.

Оскільки зниження запасу стійкості літака суттєво погіршує його чутливість до атмосферної турбулентності, необхідно розглянути питання щодо обладнання літака активною системою керування парировання збурень атмосферної турбулентності (АкСКпзат). Дана система може використовувати штатні органи керування літака Ан-74, наприклад, закрилки. Використання такої системи значно покращить комфортність екіпажу і пасажирів, а також зменшить навантаження на конструкцію літака.

Отже, за сучасних умов великого значення активні системи керування набувають саме як засіб зниження втрат на балансування на етапі горизонтального польоту, а також зменшення навантаження на конструкцію літака та збереження ресурсу, особливо при польотах у турбулентній атмосфері. Це дозволить підвищити аеродинамічну якість літака завдяки зменшенню звичайно спрямованої вниз аеродинамічної сили, що створюється горизонтальним оперенням на крейсерському режимі. За умови використання штатних органів керування така система буде мати мінімальну власну вагу, буде забезпечувати зниження індуктивного опору, зменшення потрібної тяги двигунів, зниження витрати палива і його потрібного запасу, збільшення дальності польоту і корисного навантаження.

Висновки

Таким чином, покращання паливної ефективності транспортного літака типу Ан-74 можна реалізувати шляхом зменшення втрат на балансування на етапі горизонтального польоту, що є актуальним завданням. Відсутність систематичних досліджень активних систем керування транспортних літаків обґрунтовує необхідність більш повного вивчення питань розробки й проектування військових та цивільних літаків з такими системами.

Для обґрунтування доцільності застосування активної системи керування забезпечення штучної стійкості на ВТЛ типу Ан-74 з метою покращання паливної ефективності необхідно:

1. Визначити необхідну величину зміни положення центру мас літака, яка дозволить значно зменшити втрати аеродинамічної якості на балансування.
2. Визначити параметри витрат палива літака зі зниженим запасом стійкості та провести порівняльну оцінку з аналогічними характеристиками базового літака Ан-74.
3. Оцінити вплив розроблених заходів на дальність і тривалість польоту транспортного літака Ан-74 та на можливість збільшення його корисного навантаження.
4. Провести аналіз отриманих результатів та розробити рекомендації щодо покращання паливної ефективності літака Ан-74.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бехтир В.П. Практическая аэродинамика самолета Як-42. – М.: Транспорт, 1989. – 190 с.
2. Ударцев Е.П. Динамика пространственного сбалансированного движения самолета. – К.: КИИГА, 1989. – 116 с.
3. Проблемы повышения экономичности эксплуатации транспортных самолетов // Техническая информация. – 1984. – № 19. – С. 70 – 75.
4. Тарасцев А.Г., Шевченко С.В. Вибір рульових органів активних систем керування з урахуванням рівня їх бойової живучості // Технологии в машиностроении: Вестник ХГПУ. – Х.: ХГПУ, 1999. – Вып. 29. – С. 98 – 100.

Надійшла 14.03.2005

Рецензент: д-р техн. наук професор О.І. Риженко, Харківський університет Повітряних Сил.