



УКРАЇНА

(19) UA (11) 84262 (13) C2

(51) МПК (2006)

F02K 3/00

F02K 1/28 (2008.01)

F02C 7/12

F23R 3/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

## (54) АВІАЦІЙНИЙ ГАЗОТУРБІННИЙ ДВИГУН

1

2

(21) 20040605016

(22) 24.06.2004

(24) 10.10.2008

(31) 0307657

(32) 25.06.2003

(33) FR

(46) 10.10.2008, Бюл.№ 19, 2008 р.

(72) КОРТ ТЬЕРРІ, ПАЖ АЛЕН, БАБЬОФ СЕБАС-  
ТЬЕН, РОШ ЖАК

(73) СНЕКМА МОТЕРС

(56) SU 1205625, F02K3/10, 20.02.96

EP 0492864, F02K1/82, 01.07.92

EP 0592305, F02K3/04, 13.04.94

RU 2117804, F02K3/10, 20.08.98

US 3701255, F01D5/18, 31.10.72

US 5694767, F02K3/10, 09.12.97

(57) 1. Авіаційний газотурбінний двигун, що містить дифузор (2), розміщений перед форсажною камерою й обмежений обшивкою змішування (3) потоків, що розташовується всередині кожуха (4), причому між згаданим кожухом і згаданою обшивкою змішування потоків є кільцевий канал (5), призначений для руху вторинного холодного потоку, передні за потоком паливні інжектори (6), що розташовані на вході у згаданий дифузор (2), і стабілізатори полум'я (7), що розташовані за потоком позаду згаданих передніх інжекторів (6), причому обшивка змішування (3) потоків має подвійну кривизну між радіальною площиною, що містить згадані передні паливні інжектори (6), і радіальною площиною, що розташована позаду згаданих стабілізаторів полум'я (7), і розширюється за потоком з можливістю гальмування течії первинного газо-

вого потоку (F1) позаду згаданих передніх паливних інжекторів (6), який відрізняється тим, що навколо передньої за потоком ділянки (10а) згаданої обшивки змішування (3) є кільцевий ківшовий забірник (11) для відбору частини потоку (F3) повітря зі вторинного холодного потоку, причому зазначений потік (F3) повітря входить тангенціально в первинний гарячий потік (F1) через множину каналів (12), виконаних у стінці згаданої обшивки змішування (3) між зазначеним ківшовим забірником (11) і дифузorzом (2).

2. Двигун за п. 1, який відрізняється тим, що канали (16) розташовані по колу у вихровому сліді паливних інжекторів і мають поперечний переріз, що істотно перевищує поперечний переріз інших каналів (12).

3. Двигун за п. 2, який відрізняється тим, що ківшовий забірник (11) обмежений зсередини обичайкою (10а), що охоплює передній за потоком переріз дифузора (2), і обмежений ззовні передньою за потоком частиною (13) обшивки змішування, яка утворює позаду згаданої обичайки (10а) середню ділянку і задню ділянку обшивки змішування (3), що охолоджуються потоком (F3) повітря, який надходить через згадані канали (12, 16).

4. Двигун за п. 3, який відрізняється тим, що обичайка (10а) і передня за потоком частина (13) обшивки змішування формують позаду зон з'єднання (14а, 14b) канали (12, 16), виконані на поверхні поділу згаданих зон з'єднання (14а, 14b).

5. Двигун за п. 4, який відрізняється тим, що канали (12, 16) виконані на зовнішній поверхні обичайки (10а).

Запропонований винахід відноситься до авіаційних газотурбінних двигунів, зокрема, до авіаційних двигунів військового призначення, що містять форсажні камери, що представляють дифузор, який розташовується за потоком перед форсажною камерою.

Запропонований винахід відноситься, зокрема, до двоконтурного авіаційного турбореактивного двигуна, обладнаного форсажною камерою і який містить дифузор, що розташовується за потоком перед форсажною камерою й обмежений обшивкою змішування потоків, яка розміщена всередині

(19) UA (11) 84262 (13) C2

кожуха, причому згаданий кожух і згадана обшивка змішування потоків обмежують між собою кільцевий канал, призначений для руху вторинного так званого холодного потоку, причому передні за потоком інжектори палива розташовуються на вході у згаданий дифузор і стабілізатори полум'я розташовуються за потоком позаду згаданих паливних інжекторів, а зазначена обшивка змішування потоків, у просторі між радіальною площиною, що містить згадані паливні інжектори, і радіальною площиною, що містить згадані стабілізатори полум'я, має подвійну кривизну і розширюється в напрямку потоку з можливістю гальмування течії первинного газового потоку за згаданими паливними інжекторами.

Турбореактивний двигун даного типу, що містить короткий дифузор між паливними інжекторами і стабілізаторами полум'я, характеризується невеликим ступенем двоконтурності на його задньому вигляді. Вторинний газовий потік служить, зокрема, для охолодження деталей, що розташовуються за потоком за паливними інжекторами, і має бути розумно використаний для цієї мети.

І навпаки, первинний газовий потік, що виходить з турбіни низького тиску, має велику витрату. Саме цей первинний потік головним чином визначає характеристики двигуна. Внаслідок цього первинний потік мусить мати мінімальні втрати напору і має бути якомога одноріднішим за температурою і за швидкістю руху. Для цього дифузор форсажної камери, утворений обшивкою змішування потоків, має на меті загальмувати первинний потік перед стабілізаторами полум'я й упорядкувати його таким чином, щоб позаду даних стабілізаторів полум'я він зайняв увесь об'єм форсажної камери. Ця функція, називана функцією розсіювання, оскільки вона супроводжується підвищенням статичного тиску, має виконуватися без формування неприйнятних у даному випадку вихорів уздовж каналу, оскільки зазначені вихори або рециркуляції газу є генераторами втрат, що створюють небезпеку виникнення samozапалювання палива, що надходить з інжекторів, які розташовуються поперед за потоком.

У форсажних камерах з високим ступенем двоконтурності первинний газовий потік і частина вторинного потоку газів поєднуються для їхнього змішування. І навпаки, в тому випадку, коли ступінь двоконтурності є невеликим, частка вторинного газового потоку, використовувана для змішування позаду обшивки змішування, зменшується після того, як потік повітря, необхідний для вентиляції, уже був відібраний. Таким чином, обшивка змішування має розширюватися для того, щоб первинний газовий потік зайняв усю висоту форсажної камери. Якщо обшивка змішування має погано адаптовану форму, виникає рециркуляція газів у безпосередній близькості від зазначеної обшивки в просторі між площиною паливних інжекторів і площиною стабілізаторів полум'я. Зазначена рециркуляція газів розвивається тим більше інтенсивно в тому випадку, коли обертальний рух газів на виході з турбіни низького тиску є інтенсивним.

Таким чином, небезпека рециркуляції виявляється в безпосередній близькості від сильно розсіювальної обшивки змішування, й у випадку інтенсивного обертального руху первинного газового потоку. Зазначена рециркуляція прогнозується за допомогою тривимірного чисельного моделювання течії газового потоку. Вона з'являється в первинному газовому потоку на рівні увігнутої кривої змішування, яка при цьому утворює нішу, сприятливу для створення кишені рециркуляції.

Крім того, мають місце занадто висока температура й надлишкові термічні градієнти в місці з'єднання ділянки з опуклою кривою і ділянки з увігнутою кривою обшивки змішування. Вказані значні термічні градієнти виникають унаслідок конвекції за наявності холодного вторинного потоку, який обдуває зовнішню поверхню обшивки, і гарячого первинного потоку, який обдуває її внутрішню поверхню.

Для усунення зазначених вихорів можна, очевидно, змінити геометричну форму обшивки змішування, подовжуючи дифузор в осьовому напрямку, але таке технічне рішення збільшує габаритні розміри двигуна.

Технічна задача даного винаходу полягає в тому, щоб зменшити небезпеку виникнення рециркуляції і зменшити градієнти температури без зміни геометричної форми і довжини дифузора.

Ця задача вирішується відповідно до даного винаходу за рахунок того, що навколо передньої за потоком частини згаданої обшивки змішування передбачений кільцевий ковшовий забірник для того, щоб відбирати певну витрату повітря в холодному потоці за допомогою множини каналів, виконаних у стінці обшивки змішування між зазначеним ковшовим забірником і згаданим дифузором.

Згадані канали дозволяють, з одного боку, охолодити обшивку змішування за рахунок конвекції, а з іншого боку - створити повітряний прошарок охолодження вздовж обшивки змішування, що піддається впливу теплового випромінювання від полум'я у форсажній камері. Це дозволяє знизити температуру конструкції, що приводить, крім того, до зниження зовнішнього інфрачервоного випромінювання твердих частин донної частини камери. Осьовий рух охолодного повітря вздовж стінки обшивки змішування дозволяє, крім того, звільнитися від вихрових збурень у цій зоні.

Вентиляційні канали, що відчиняються по колу у вихровий слід паливних інжекторів, переважно мусять мати поперечний переріз, істотно більший за поперечний переріз інших вентиляційних каналів.

Значніша витрата повітря, що надходить з ширших каналів, дозволяє здувати зони рециркуляції.

Доцільно, щоб ковшовий забірник був обмежений зсередини обичайкою, що охоплює передній за потоком переріз дифузора й обмежений зовні передньою за потоком частиною обшивки змішування, яка утворює позаду згаданої обичайки середню ділянку і задню ділянку зазначеної обшивки змішування, що охолоджуються витратою повітря, що надходить через згадані канали.

Надалі винахід пояснюється описом варіантів його здійснення з посиланнями на фігури доданих креслень, серед яких:

Фіг.1 зображує вигляд у половинному розрізі по площині, що містить вісь симетрії, передньої за потоком частини задньої частини авіаційного турбореактивного двигуна відповідно до даного винаходу, обладнаної дифузorzом, розміщеним перед форсажною камерою;

Фіг.2 - вигляд у перспективі внутрішньої обичайки, що обмежує передній за потоком переріз згаданого дифузора.

На Фіг.1 схематично представлена позначена позицією 1 передня за потоком частина задньої частини авіаційного турбореактивного двигуна з віссю обертання X, що містить дифузorz 2, який розташовується за потоком за турбіною низького тиску і перед форсажною камерою.

Дифузorz 2 обмежений обшивкою змішування 3, що розташовується в радіальному напрямку всередині кожуха 4, причому між кожухом 4 й обшивкою змішування 3 розташований кільцевий канал 5, по якому рухається холодний вторинний потік F2.

На передньому за потоком кінці дифузора 2 установлені радіальні паливні інжектори 6, або так звані передні паливні інжектори, які забезпечують у форсажному режимі функціонування двигуна певну витрату палива в первинний гарячий потік F1 газів, що надходить у дифузorz 2. У площині, перпендикулярній осі X і яка розташовується за потоком за згаданими передніми паливними інжекторами 6, установлені радіальні стабілізатори полум'я 7, поперемінні, в окружному напрямку, з передніми паливними інжекторами 6 у меридіональних площинах. Зазначені стабілізатори полум'я 7 обладнані також паливними інжекторами 8 або так званими задніми паливними інжекторами. Позицією 9 позначений кільцевий, відносно осі X, стабілізатор полум'я, що розташовується на кінці радіальних стабілізаторів полум'я 7.

Як показано на Фіг.1, обшивка змішування 3 істотно розширюється в напрямку за потоком між областю розміщення передніх паливних інжекторів 6 і задньою частиною стабілізаторів полум'я 7 для того, щоб швидкість руху первинного гарячого потоку F1 газів була зменшена на рівні зазначених паливних інжекторів 7. Обшивка змішування 3 має подвійну кривизну, на вигляді зсередини дифузора й у напрямку осі X, як-от, опуклу кривизну в передній за потоком ділянці й увігнуту кривизну в задній за потоком ділянці.

Мета даного винаходу полягає в тому, щоб, з одного боку, забезпечити інтенсивне охолодження обшивки змішування 3 у її середній ділянці й у її задній за потоком ділянці, які піддаються впливу високих температур, що мають місце в дифузори 2 у процесі функціонування даного двигуна, й вздовж яких можуть виникати зони рециркуляції, що генерують інтенсивні теплові потоки.

Відповідно до даного винаходу зазначені середня і задня ділянки обшивки змішування піддаються охолодженню за допомогою потоку F3 повітря, відібраного зі вторинного холодного потоку F2 повітря за допомогою ковшового забірника 11, що охоплює внутрішнє переднє продовження 10а обшивки змішування 3 над і позаду передніх паливних інжекторів 6, і подаваного тангенціально у відношенні до внутрішньої поверхні згаданої обшивки 3 у первинний гарячий потік F1 газів за допомогою каналів 12, виконаних у стінці обшивки змішування між внутрішньою поверхнею ковшового забірника 11 і дифузorzом 2.

Ковшовий забірник 11 відповідно до кращого варіанта здійснення обмежується зсередини за допомогою обичайки 10а, що охоплює передній за потоком переріз дифузора 2, і обмежується зовні передньою за потоком частиною 13 обшивки змішування, яка утворює за обичайкою 10а середню ділянку і задню ділянку обшивки змішування 3, які охолоджуються за допомогою потоку F3 повітря, подаваного через канали 12. Зазначена передня за потоком частина 13 обшивки змішування містить отвори, крізь які з деяким зазором проходять трубки вентиляції 17, що захищають передні паливні інжектори 6 для забезпечення можливості введення певної частини вторинного холодного потоку F2 у ковшовий забірник 11. Обичайка 10а і передня за потоком частина 13 обшивки змішування представляють у задній за потоком частині осові зони з'єднання 14а і 14б, на поверхні поділу між якими виконані згадані канали 12.

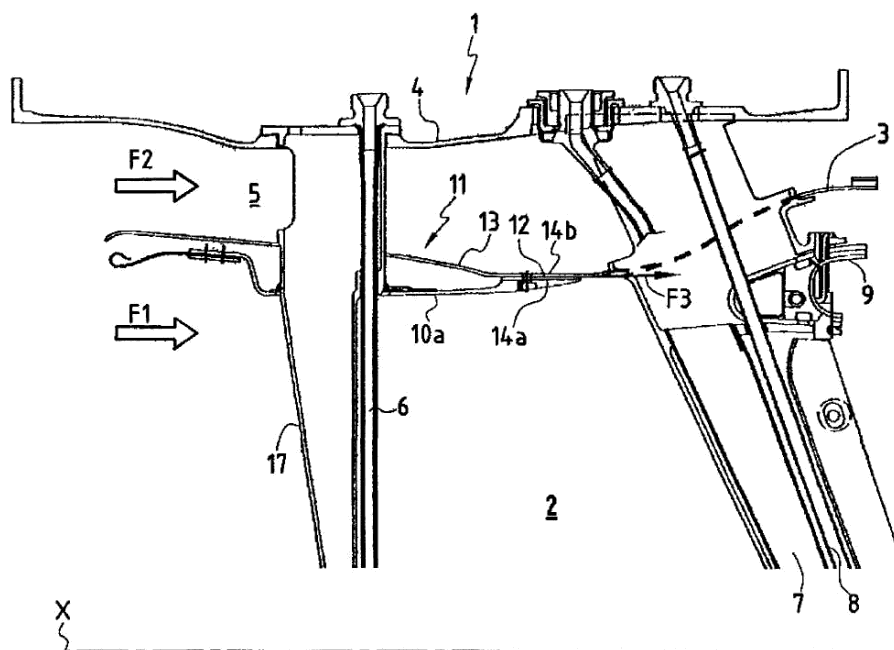
На Фіг.2 схематично представлена обичайка 10а. Канали 12 виконані на зовнішній поверхні задньої частини 14а зазначеної обичайки. Позицією 15 позначено отвір, крізь який проходить трубка вентиляції 17 переднього паливного інжектора 6. На Фіг.2 можна бачити, що канали 12 сформовані за допомогою осових канавок і розподілені на дві групи.

У вихровому сліді передніх паливних інжекторів 6 передбачені канавки 16 відносно великої ширини, які дозволяють підвести значний потік повітря вентиляції в дифузorz 2 для того, щоб здувати можливі зони рециркуляції, які можуть виникнути позаду передніх паливних інжекторів 6.

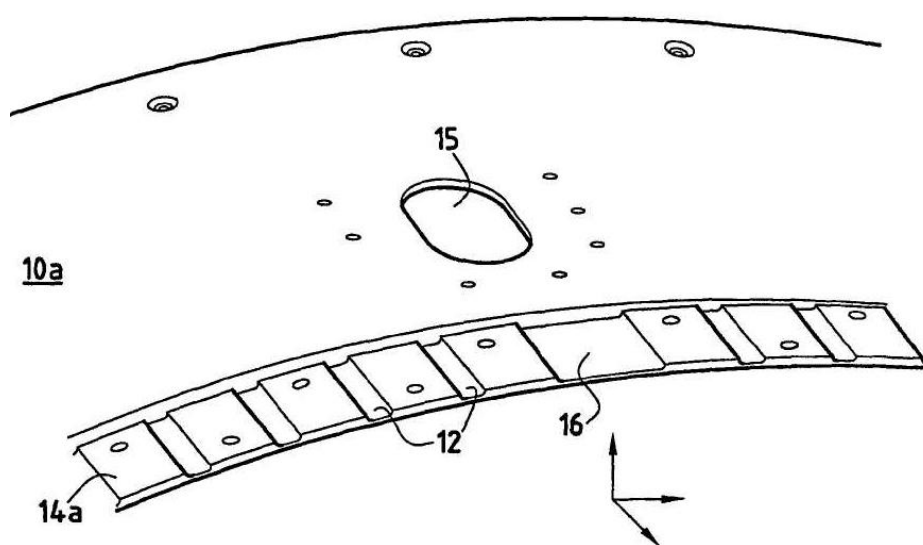
За межами цих вихрових слідів передніх паливних інжекторів канали 12 служать головним чином для охолодження шляхом конвекції стінок обшивки змішування 3 у цій зоні і для формування прошарку охолодження на внутрішній стінці згаданої обшивки 3 за цією зоною. Внаслідок цього згадані канали мають відносно невеличкий поперечний переріз.

Канали 12 і ці канавки 16 виконані шляхом механічної обробки зони з'єднання 14а обичайки 10а перед її закріпленням на зоні з'єднання 14б обшивки змішування 3.

Канали 12 дозволяють забезпечити інтенсивне охолодження стінки обшивки змішування 3 і обичайки 10а в зонах, що піддаються впливу високих температур.



ФІГ. 1



ФІГ. 2