



УКРАЇНА

(19) UA (11) 84403 (13) C2
(51) МПК (2006)
F02F 1/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПОДАВАННЯ ОХОЛОДЖУЮЧОГО ПОВІТРЯ ДО СТУЛКИ РЕГУЛЬОВАНОГО РЕАКТИВНОГО СОПЛА ТУРБОРЕАКТИВНОГО ДВИГУНА ТА ТУРБОРЕАКТИВНИЙ ДВИГУН

1

(21) а200500225
(22) 10.01.2005
(24) 27.10.2008
(31) 0400219
(32) 12.01.2004
(33) FR
(46) 27.10.2008, Бюл.№ 20, 2008 р.
(72) ЛЯПЕРГ ГІ, КУРТЕЛЕН РАФАЕЛЬ, ФЕДЕРАЦІЯ
(73) СНЕКМА МОТЬОР
(56) A US 6301877, 2001 A,D US 5255849, 1993 Y
DE 337119, 1921 Y,D US 5775589, 1998 Y US
5603531
(57) 1. Пристрій для подавання охолоджуючого повітря до ступки (21) регульованого реактивного сопла (1) турбореактивного двигуна, що містить трубку (30), яка виконана з можливістю приєднання ступки (21) до джерела охолоджуючого повітря (31), який відрізняється тим, що трубка (30) містить принаймні одну висувну частину (32) і одне кульове з'єднання (33, 34).
2. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що ступка (21) є сервокерованою ступкою (21) розширюваної частини реактивного сопла Лавалю.

2

3. Пристрій за п. 1 або 2, який відрізняється тим, що трубка (30) містить два кульові з'єднання (33, 34) і висувну частину (32).
4. Пристрій за п. 3, який відрізняється тим, що висувна частина (32) розміщена між двома кульовими з'єднаннями (33, 34).
5. Пристрій за пунктами 1-4, який відрізняється тим, що висувна частина (32) також виконана з можливістю функціонування як насос.
6. Пристрій за пунктами 1-5, який відрізняється тим, що джерело охолоджуючого повітря містить трубку (31) на периферії корпусу (2) випускного каналу турбореактивного двигуна, яка виконана з можливістю перенесення повітря від потоку другого контуру турбореактивного двигуна.
7. Турбореактивний двигун, який відрізняється тим, що містить реактивне сопло (1) змінного перерізу, оснащене пристроєм (30) для подавання охолоджуючого повітря, згідно з пунктами 1-6.
8. Турбореактивний двигун за п. 7, який відрізняється тим, що реактивне сопло належить до однієї з наступних груп реактивних сопел: звукових реактивних сопел, реактивних сопел Лавалю, двовимірних реактивних сопел, поворотних реактивних сопел.

Винахід стосується пристрою для подавання охолоджуючого повітря до ступки регульованого реактивного сопла турбореактивного двигуна.

Нижче по потоку від турбіни турбореактивний двигун містить випускний канал, до складу якого входять випускний корпус і реактивне сопло. Задачею випускного каналу є перетворення енергії залишкового тиску, на вихід з турбіни, в кінетичну енергію шляхом розширення газоподібних продуктів згоряння.

Аби узгодити переріз реактивного сопла з роботою двигуна, часто використовують сопла із змінним перерізом. Реактивні сопла змінного перерізу використовуються в турбореактивних двигунах з допалюванням або без нього. Допалювання, чи післязапалення, полягає у впорскуванні палива у випускний канал з метою викликати спа-

лювання газу, який надходить з турбіни і який все ще містить кисень, за рахунок чого збільшується тяга турбореактивного двигуна.

Реактивні сопла змінного перерізу можуть бути різних типів, зокрема, вони можуть бути вісесиметричними, двовимірними чи поворотними. Винахід стосується реактивних сопел усіх типів, а конкретніше, вісесиметричних реактивних сопел Лавалю, тобто реактивних сопел, верхня по потоку частина яких звужується, а нижня по потоку частина яких розширюється, і які призначені для турбореактивного двигуна з післязапаленням.

Вісесиметричні реактивні сопла Лавалю використовуються у надзвукових апаратах, при цьому у розширюваному реактивному соплі надзвукова швидкість газу збільшується. Ці сопла складаються з множини ступок, які розміщені у вигляді кіль-

(13) C2

(11) 84403

(19) UA

ця, аби отримати загалом круговий переріз, і які частково перекривають одна одну. Одна зовнішня з кожних двох ступок, котру називають керованою ступкою, приводиться в рух з допомогою силового циліндра, тоді як між двома керованими ступками знаходиться сервоступка, яка приводиться в рух керованими ступками.

Під час після запалення температура газів може досягти приблизно 2000°C. А тому ступки регульованого реактивного сопла необхідно охолоджувати, по-перше, для збільшення їх терміну служби, а по-друге, для зменшення теплової характеристики реактивного сопла в інфрачервоному діапазоні, яка при застосування двигуна у військової техніці має бути мінімальною.

У відомих рішеннях, зокрема в [документах US 5,255,849 та US 5,775,589], пропонується охолоджувальний пристрій, в якому повітря циркулює вздовж внутрішньої стінки ступок, котрі виконані порожнистими. Подача повітря до ступок розширення містить напівкруглі трубки, одна з яких виступає за межі ступки звуженої частини реактивного сопла, а інша виступає за межі ступки розширюваної частини реактивного сопла, і ця друга ступка з'єднана з першою так, що порожнини відповідних ступок сполучаються. А тому охолоджуюче повітря, що надходить із потоку другого контуру турбореактивного двигуна, спочатку використовується для охолодження ступки звуження, а потім ступки розширення, з допомогою згаданих вище трубок. Трубки мають один і той же центр і однаковий радіус кривизни, а тому, при приведенні в дію силових циліндрів, мають можливість ковзати одна в другій для компенсації змін кута між обома частинами реактивного сопла.

Однак, у цьому охолоджувальному пристрої повітря для охолодження ступок розширення надходить від ступок звуження, а тому воно вже було використане для охолодження останніх. Щоб підвищити ефективність, охолоджуюче повітря краще було б подавати безпосередньо до ступок розширення. Однак, при цьому неможливо використати трубки описаного вище виду, одна з яких виступає назовні від ступки розширення, а інша виступає з порожнини двигуна, в яку подається охолоджуюче повітря потоку другого контуру, оскільки між ступкою розширення і тією частиною двигуна, що не є ступкою звуження, переміщення не є чисто обертальним рухом. Крім того, габаритні розміри пристрою надто великі для частини двигуна, котра має обмежений простір.

Задачею даного винаходу є подолати ці недоліки.

З цією метою винахід стосується пристрою для подавання охолоджуючого повітря до ступки регульованого реактивного сопла турбореактивного двигуна, що містить трубку, котра приєднує ступку до джерела охолоджуючого повітря, і пристрій відрізняється тим, що трубка містить принаймні одну висувну частину і кульове з'єднання.

Під кульовим з'єднанням слід розуміти механічне з'єднання, яке має лише обертальні ступені свободи. Кульове з'єднання містить переважно три ступені свободи, але як варіант, він може бути виконаним лише з одним або двома ступенями.

Переважно, трубка містить два кульові з'єднання і одну висувну частину.

У переважному випадку висувна частина діє також як насос.

Зокрема, джерело охолоджуючого повітря містить трубку, на периферії корпусу випускного каналу, якою переноситься повітря від потоку другого контуру турбореактивного двигуна.

З допомогою цього винаходу можна легко забезпечити подавання охолоджуючого повітря до ступок розширюваної частини регульованого реактивного сопла при відсутності будь-яких механічних обмежень, незалежно від джерела, до якого приєднані ступки.

Джерело подачі пристосовано також до реактивних сопел будь-якого виду; зокрема, охолоджуюче повітря можна подавати до ступок звуженого осесиметричного реактивного сопла, ступок звуження або розширення осесиметричного реактивного сопла Лавалю, ступок двовимірної реактивного сопла або ступок поворотного реактивного сопла. Численні переваги стосуються як монтажу джерела подачі згідно з винаходом, так і його виготовлення, останнє ймовірно може бути стандартизоване для реактивних сопел усіх видів. Зокрема, з допомогою джерела подачі згідно з винаходом можна також приєднати ступки звуження реактивного сопла Лавалю до його ступок розширення, як і в згаданих відомих рішеннях, але у більш простий спосіб, оскільки обробка деталей вимагає меншої точності, ніж у випадку, коли центри і радіуси кривизни повинні бути точно однаковими, щоб уникнути будь-яких напружень або тертя.

Крім того, трубка джерела подачі згідно з винаходом, з огляду на її структуру, поглинає напруження від вібрацій і розширення, пов'язаних з роботою турбореактивного двигуна.

Винахід буде краще зрозумілим з наступного опису варіанту здійснення пристрою подавання згідно з винаходом, якому віддається перевага, з посиланням на додані ілюстрації, де:

Фіг.1 - вид спереду у перспективі реактивного сопла турбореактивного двигуна, оснащеного варіантом пристрою подавання, якому згідно з винаходом віддається перевага;

Фіг.2 - бічний переріз пристрою подавання з Фіг.1 у першому положенні; Фіг.3 - бічний переріз пристрою подавання з Фіг.2 в другому положенні; Фіг.4 - перспектива пристрою подавання з Фіг.2; та Фіг.5 - перспектива пристрою подавання з Фіг.3.

З Фіг.1 видно, що пристрій подавання згідно з винаходом, у варіанті, якому віддається перевага, розміщено на вісесиметричному реактивному соплі 1 Лавалю турбореактивного двигуна з післязапаленням. Реактивне сопло 1 установлене в нижній по потоку частині корпусу 2 випускного каналу турбореактивного двигуна. Реактивне сопло 1 містить ступки звуження, чи то керовані 10, чи сервокеровані 11, і ступки розширення, чи то керовані 20, чи сервокеровані 21.

Ступки 10, 11 звуження приєднані, вгорі по потоку, до корпусу 2, відповідно з допомогою шарнірів 10', 11', навколо яких вони можуть повертатися, при цьому кожний шарнір 10', 11' розташовано

вздовж осі, котра перпендикулярна осі реактивного сопла 1. Внизу по потоку вони приєднані з допомогою шарнірів 10", 11", відповідно, до ступок 20, 21 розширення. В площині тієї ступки 10, 11, до якої він належить, кожний шарнір 10", 11", розташований внизу по потоку, паралельний відповідному шарніру 10', 11', розташованому вгорі по потоку.

Ступки 10, 11 звуження розміщені по колу навколо осі реактивного сопла 1, так що вони утворюють загалом круговий переріз, при цьому керовані ступки 10 і сервокеровані ступки 11 розміщуються по черзі уздовж окружності кільця. Кожна керована ступка 10 керується тягою 12, яка активується для повороту ступки 10 навколо осі її верхнього по потоку шарніра 10'. При активації тяги 12 керовані ступки 10 повертаються і разом із собою повертають сервокеровані ступки 11, оскільки кожна сервокерована ступка 11 оточена двома керованими ступками 10.

Ступки 20, 21 розширення також розміщені по колу навколо осі турбіни і своїм верхнім по потоку краєм приєднані з допомогою шарнірів 10", 11" до ступок 10, 11 звуження. Кожна керована ступка 20 розширення приєднана до керованої ступки 10 звуження, а кожна сервокерована ступка 21 розширення приєднана до сервокерованої ступки 11 звуження. А тому кільце ступок розширення так само, як і кільце ступок звуження, по чергово складається з керованих ступок 20 і сервокерованих ступок 21.

Керовані ступки 20 розширення керуються тягами 22 у спосіб, який добре відомий спеціалістам. Оскільки кожна сервокерована ступка 21 розширення розміщується між двома керованими ступками 20 розширення, то її переміщення нав'язуються їй керованими ступками 20. Переміщення ступок 20, 21 розширення не є простими поворотами, а складаються з повороту навколо шарнірів 10", 11" і з обертальних рухів навколо шарнірів 10', 11'.

У варіанті здійснення винаходу, показаному на фігурах, сервокеровані ступки 21 розширення порожнисті, тоді як керовані ступки 20 розширення суцільні. Згадана конфігурація вибрана через те, що оскільки керовані ступки 20 розширення, з урахуванням бажаного перерізу реактивного сопла 1, або частково, або повністю перекривають сервокеровані ступки 21 розширення, то саме з цієї причини охолодження останніх і є вирішальним. Однак, якщо винахід стосується трубки, котра використана для охолодження сервокерованих ступок 21 розширення, то очевидно, що він стосується також ступок будь-якого виду, чи то керованих ступок розширення, ступок звуження, чи інших, незалежно від виду реактивного сопла або типу керування ступками. В окремому випадку, згідно з особливим варіантом здійснення винаходу, керовані ступки 20 розширення виконані порожнистими і в них подається охолоджуюче повітря через тяги 12, які керують керованими ступками 10 звуження, причому кожна тяга виконана так, щоб бути порожнистою, приєднаною у своїй верхній по потоку частині до джерела охолодження і бути прикріпленою у своїй нижній по потоку частині до

керованої ступки 10 звуження, аби приводити останню в рух, а також щоб проходити у верхню по потоку частину керованої ступки 20 розширення, аби постачати до неї охолоджуюче повітря.

Показана на Фіг.2 трубка 30 відкрита в кожну сервокеровану ступку 21 розширення. Ця трубка використана для подавання охолоджуючого повітря в порожнину 23, виконану в товщі ступки 21. Це повітря, з допомогою трубки 30 згідно з винаходом, може подаватися з різних частин двигуна, розміщених вище по потоку, наприклад, від компресора. Трубопровідна система 31, що знаходиться на периферії турбореактивного двигуна, дає можливість спрямувати охолоджуюче повітря від точки, де його беруть, до країв реактивного сопла 1, формуючи джерело 31 охолоджуючого повітря для цього сопла. Ці джерела 31 охолоджуючого повітря ведуть у район реактивного сопла 1, а точніше, в даному випадку, під прямими кутами до сервокерованих ступок 11 звуження. Джерела 31 повітря з'єднані з внутрішніми порожнинами 23 сервокерованих ступок 21 розширення з допомогою трубок 30, які здатні відслідковувати всі переміщення ступок відносно трубок 31, котрі нерухомі відносно корпусу 2 реактивного сопла 1. Ці переміщення складаються з різних елементарних рухів, а тому вони складні.

Тут джерело 31 охолоджуючого повітря, поблизу ступок 10, 11 звуження, містить окремий насадок, який дає можливість спрямувати частину охолоджуючого повітря до ступок 10, 11 звуження, при цьому їх охолодження гарантується наявністю простого отвору поблизу цих ступок 10, 11, через який повітря може надходити для охолодження внутрішньої поверхні цих ступок 10, 11, а інша частина повітря спрямовується до трубок 30, які ведуть всередину сервокерованих ступок 21 розширення.

Згідно з окремим варіантом здійснення винаходу, в якому через тяги 12, котрі приводять у рух керовані ступки 10 звуження, охолоджуюче повітря подається в керовані ступки 20 розширення, ці тяги 12 вгорі по потоку зв'язані також із джерелом 31 охолоджуючого повітря, причому в цій точці охолоджуюче повітря спрямовується, по-перше, до тяги 12, а по-друге, до керованих ступок 10 звуження так само, як описано вище. Оскільки вони можуть відслідковувати будь-які переміщення, кожна трубка 30 містить висувну частину 32 і два кульові з'єднання 33, 34, де одне 33 з них приєднує трубку 30 до джерела 31 охолоджуючого повітря, а інше приєднує трубку 30 до внутрішньої порожнини 23 сервокерованих ступок 21 розширення через відрізок 35 трубки, що виступає назовні з площини ступки 21. Висувна частина 32 розміщується між двома кульовими з'єднаннями 33, 34.

Висувна частина 32 сформована з двох частин 32А, 32В трубки, які з одного кінця здатні ковзати одна в одній. На іншому кінці кожна частина трубки 32А, 32В містить головку, яка має ділянку із сферичною зовнішньою поверхнею 32А', 32В'. Головка 32А' вставлена в трубчастий елемент 31. Цей елемент 31 має кінцеву ділянку із сферичною внутрішньою поверхнею 31', в якій розміщується головка 32А'. Ділянка 31' і сферична головка 32А'

разом формують кульове з'єднання 33. Трубка утримується в осьовому положенні, але здатна повертатися відносно елемента 31. Головка 32В' вставлена в трубчастий елемент 35. Цей елемент 35 має кінцеву ділянку із сферичною внутрішньою поверхнею 35', в якій розміщується головка 32В'. Ділянка 35' і сферична головка 32В' разом формують кульове з'єднання 34. Трубка утримується в осьовому положенні, але здатна повертатися відносно елемента 35.

На Фіг.3 трубка 30 знаходиться в іншому положенні, яке є наслідком приведення в рух тяг 12, 22, а отже, зміни положень стулок 10, 11, 20, 21. Щоб підтримати зв'язок між джерелом 31 охолоджуючого повітря і частиною трубчастого елемента 35, що виступає за межі стулки 21, трубка 30 пристосовується до нового положення стулки 21 відносно джерела 31 повітря, і відслідковує це переміщення шляхом обертання навколо кульових з'єднань 33, 34, збільшуючи в цьому випадку свою довжину на висувній ділянці 32.

В іншому варіанті здійснення винаходу верхня по потоку головка 32А' бере участь, так само, як і раніше, у формуванні кульового з'єднання з трьома ступенями свободи і припасовується в кінцеву частину трубчастого елемента 31, або трубки 31, із сферичною внутрішньою поверхнею 31', з верхньої по потоку сторони, за рахунок чого утримується в осьовому положенні відносно неї. Нижня по потоку головка 32В' виконана взаємозалежною із сферичною ділянкою 35' внутрішньої поверхні трубчастого елемента 35, або трубки 35, яка складає єдине ціле із стулкою 21 розширення, з допомогою штифта, котрий розміщений поперечно до осі турбореактивного двигуна і проходить через нижню по потоку головку 32В' та трубчастий елемент 35. Внаслідок цього нижня по потоку головка 32В' утримується цим штифтом в осьовому положенні і може повертатися навколо нього; в цьому

випадку кульове з'єднання 34 має лише один ступінь свободи.

Розміри трубки 30 вибрані так, що інтервал довжин, в якому може розширюватися її висувна частина 32, і інтервал кутів, які можуть бути реалізовані кульовими з'єднаннями 33, 34, достатні для того, аби відслідкувати всі положення, котрі можуть бути зайняті стулками.

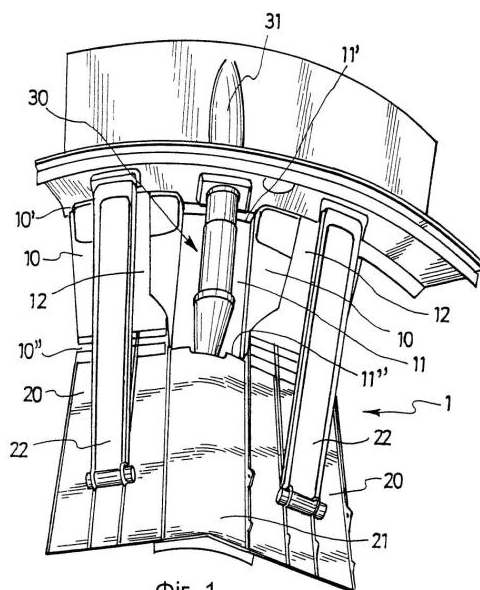
На Фіг.2 і 3 стрілками показано шлях охолоджуючого повітря від джерел 31 повітря до стулок 21.

Відведення охолоджуючого повітря може здійснюватися кількома способами: повітря може відводитися, наприклад, через задню кромку стулок 21 або через отвори на гарячій, або внутрішній, поверхні цих стулок, аби безпосередньо повторно бути уведеним у газовий потік. На фігурах відведення повітря не показано.

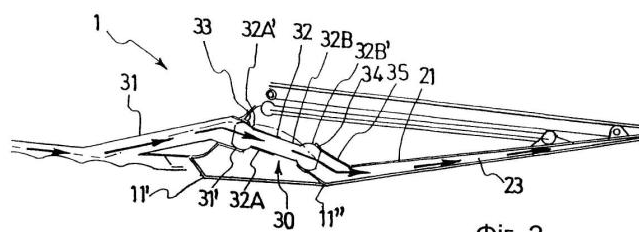
Висувна частина 32 може бути виконана так, щоб діяти також як насос, тобто через зазор, який існує між висувними трубками він може утягувати повітря, так що частина повітря, котра знаходиться за межами трубки 30, може бути перенесена і змішана з охолоджуючим повітрям, що циркулює в трубці 30.

На Фіг.4 і 5 показана перспектива двох положень з Фіг.2 і 3. Ці зображення дозволяють чіткіше побачити причини, з яких, у варіанті винаходу, якому віддається перевага, трубками 30 оснащені лише сервокеровані стулки 21 розширення; перше, через те, що коли керовані стулки 20 перекидають сервокеровані стулки 21, останні створюють екран між керованими стулками і потоком гарячого газу, а по-друге, з причин наявності простору: трубки 30 простіше установити над стулками 11 звуження, які не керуються тягами 12.

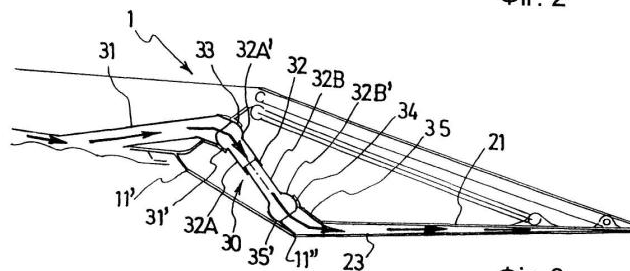
Однак, слід нагадати, що трубки 30 згідно з винаходом можуть бути застосовані до всіх видів стулок регульованих реактивних сопел.



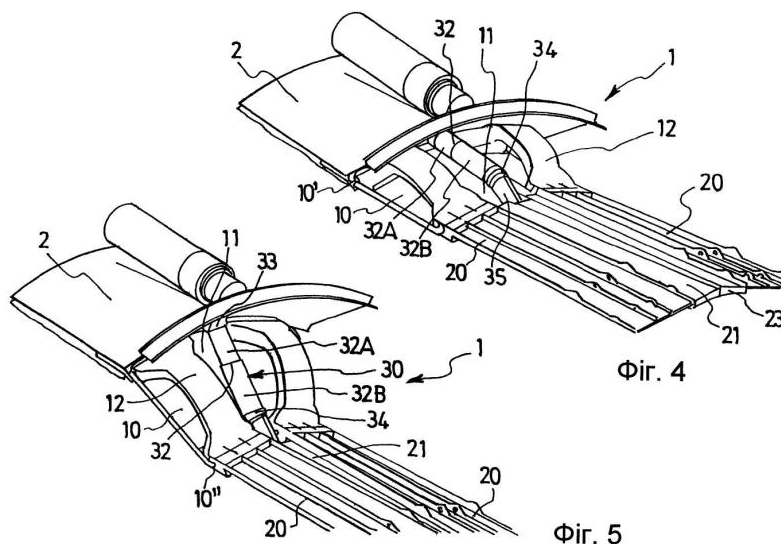
Фіг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Фиг. 5