



УКРАЇНА

(19) UA (11) 81234 (13) C2
(51) МПК (2006)
F02K 1/00
F02K 1/12 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) АВІАЦІЙНИЙ ГАЗОТУРБІННИЙ ДВИГУН

1

(21) 20040504013
(22) 26.05.2004
(24) 25.12.2007
(31) 0306390
(32) 27.05.2003
(33) FR
(72) ЛЯПЕРГ ГІ, СЕВІ ГІЙОМ, РОШ ЖАК
(73) СНЕКМА МОТЕРС
(56) DE 4408260, 21.09.1995
US 5101624, 07.04.1992
US 2003046940, 13.04.2003
US 5897120, 27.04.1999
US 5560198, 01.10.1996
US 5222692, 29.06.1993
(57) 1. Авіаційний газотурбінний двигун, що містить на виході турбіни форсажну камеру (2), продовжену принаймні одним соплом (7) і обмежену в радіальному напрямку теплозахисним кожухом (3), встановленим усередині картера (4), який разом із теплозахисним кожухом формує кільцевий канал (5), у якому під час роботи двигуна циркулює холодний вторинний потік, і у вихідному кінці якого встановлена кільцева діафрагма (6), жорстко з'єднана із зазначеним картером (4), при цьому сопло (6) містить шарнірно з'єднані із вхідним кінцем картера (4) заслінки, кожна з яких на своїй внутрішній стороні містить теплозахисну пластину (10), обмежуючу разом із заслінкою прохід (11), у який через діафрагму (6) подається охолодне повітря, який **відрізняється** тим, що подання охолодного повітря в проходи (11) забезпечене кільцевим каналом, обмеженим ззовні першою гнучкою кільцевою прокладкою (30), утримуваною під час роботи двигуна в положенні ковзного упору у вихідну внутрішню сторону картера (4) й у вхідну внутрішню сторону заслінок (8) під дією тиску холодного вторинного потоку, і обмеженим зсередини другою гнучкою кільцевою прокладкою (40), вхідний кінець (40а) якої закріплений радіально на внутрішній зоні діафрагми (6), а вихідний кінець (30с) знаходиться в положенні ковзного упору у вхідну внутрішню сторону теплозахисних пластин (10).
2. Газотурбінний двигун за п. 1, який **відрізняється** тим, що додатково містить третю гнучку кільцеву прокладку (50), виконану з

2

можливістю забезпечення герметичності між діафрагмою (6) і теплозахисним кожухом (3), утримувану на вході на діафрагмі (6), причому її вихідний кінець (40с) знаходиться в положенні ковзного упору в теплозахисний кожух (3).
3. Газотурбінний двигун за будь-яким з пп. 1 або 2, який **відрізняється** тим, що кожна кільцева прокладка складається з секторів (70), кожен з яких містить дві накладені одна на одну пластини (71, 72), з'єднані між собою й зміщені в окружному напрямку таким чином, що краї двох суміжних секторів перекривають один одного, при цьому кожна пластина містить на виході осьові щілини (73), що перекриваються іншою пластиною.
4. Газотурбінний двигун за п. 3, який **відрізняється** тим, що щілини (73) виконані щонайменше на половині осьового простору прокладок.
5. Газотурбінний двигун за п. 4, який **відрізняється** тим, що пластини (71, 72) секторів (70) з'єднані між собою за допомогою зварювання або паяння.
6. Газотурбінний двигун за будь-яким з пп. 1-5, який **відрізняється** тим, що діафрагма (6) виконана у вигляді кільця з перерізом U-подібної форми, гілки (21, 22) якого спрямовані в бік входу і шийка (23) якого містить отвори (24), при цьому радіально зовнішня гілка (21) закріплена на картері (4) за допомогою засобів, що утворюють між гілкою і картером кільцевий проміжок (27), у якому встановлено із зазором вхідний кінець (30а) першої прокладки (30).
7. Газотурбінний двигун за п. 6, який **відрізняється** тим, що вхідний кінець (40а) другої прокладки (40) утриманий затиснутим між опорною пластиною (61) і радіально внутрішньою стороною радіально внутрішньої гілки (22) за допомогою кріпильних заклепок (60), що кріплять опорну пластину (61) на гілці (22).
8. Газотурбінний двигун за будь-яким з пп. 2 або 7, який **відрізняється** тим, що вхідний кінець (50а) третьої прокладки (50) закріплений радіально на внутрішній стороні опорної пластини (61) за допомогою заклепок (60).
9. Газотурбінний двигун за будь-яким з пп. 7 або 8, який **відрізняється** тим, що заклепки (60) мають головки (62), що знаходяться в положенні ковзного

(19) UA (11) 81234 (13) C2

упору у зовнішню сторону теплозахисного кожуха (3).

10. Газотурбінний двигун за будь-яким з пп. 1-8, який **відрізняється** тим, що кожна теплозахисна пластина (10) закріплена на відповідній заслінці за допомогою єдиного кріпильного пристрою (81), при цьому заслінка (8) і пластина (10) взаємно застопорені при обертанні навколо кріпильного

пристрою за допомогою осьової системи (83) з рейки і полоза, при цьому теплозахисна пластина (10) містить на своєму вхідному кінці і на своїй радіально внутрішній стороні опуклу в осьовому напрямку поверхню (80), виконану з можливістю герметизації шляхом контакту з вихідним кінцем (40с) другої прокладки (40) на робочому кутовому діапазоні сопла (7).

Даний винахід стосується проблем охолодження первинних заслінок авіаційних газотурбінних двигунів з низьким коефіцієнтом розбавлення суміші, обладнаних форсажними камерами.

Зокрема, він відноситься до авіаційного газотурбінного двигуна, що містить на виході турбіни форсажну камеру, продовжену, щонайменше, одним соплом і обмежену в радіальному напрямку теплозахисним кожухом, установленим усередині картера, який разом із теплозахисним кожухом формує кільцевий канал, у якому під час роботи двигуна циркулює холодний вторинний потік і у вихідному кінці якого встановлена кільцева діафрагма, жорстко з'єднана із зазначеним картером, при цьому зазначене сопло містить множину шарнірно з'єднаних із вхідним кінцем зазначеного картера заслінок, кожна з яких на своїй внутрішній стороні містить теплозахисну пластину, що обмежує разом із вказаною заслінкою прохід, у який через зазначену діафрагму подається охолодне повітря.

Сучасні військові двигуни працюють при дедалі вищих температурах на виході турбіни, що призводить до виникнення дедалі вищих температур на рівні заслінок сопла в режимах форсажу. В даний час уже досягнута межа термостійкості відомих матеріалів. Тому виникає необхідність у гарантованому терміні служби заслінок і підтримці їхньої температури на рівні, що не сягає цієї межі.

Підвищення температури заслінок призводить також до підвищення інфрачервоного випромінювання твердих частин двигуна. Для підтримки скритності літака на прийнятному рівні також необхідно знижувати цю температуру.

Використання повітря вторинного потоку на виході теплозахисного кожуха є засобом, що не призводить до енергетичних втрат для охолодження заслінок сопла конвекцією.

Крім того, необхідно, щоб перехід цього потоку від нерухомих частин форсажної камери до рухливих частин сопла відбувався за умов максимальної герметичності.

З патенту US 4 645 217 відома гнучка ущільнювальна прокладка, встановлювана між картером форсажної камери і рухливою в осьовому напрямку циліндричною муфтою, на якій установлені заслінки. Ця прокладка, що ковзає по муфті і закріплена на картері, складається з двох накладених одна на одну пластин, що містять осьові щілини, які чергуються, і термостійкої тканини, вставленої між двома пластинами. Кінці

ділянок однієї пластини, розташовані між двома послідовними щілинами, загнуті по краю іншої пластини, закриваючи тканину. В даній публікації не вказується, що такий тип прокладки може забезпечити достатню герметичність між нерухомою кільцевою деталлю і сукупністю заслінок, шарнірно з'єднаних з цією деталлю.

В основу даного винаходу покладена задача створення газотурбінного двигуна, в якому витоки вторинного повітря, зокрема, назовні між кільцевим каналом і проходами заслінок, усувалися б для того, щоб уникнути погіршення робочих характеристик двигуна.

Дана задача вирішується завдяки тому, що подання охолодного повітря в зазначені проходи забезпечується кільцевим каналом, обмеженим ззовні першою гнучкою кільцевою прокладкою, утримуваною під час роботи двигуна в положенні ковзного упору у вихідну внутрішню сторону картера й у вхідну внутрішню сторону заслінок під дією тиску холодного вторинного потоку, і обмеженим зсередини другою гнучкою кільцевою прокладкою, вхідний кінець якої закріплений на радіально внутрішній зоні діафрагми і вихідний кінець якої знаходиться в положенні ковзного упору у вхідну внутрішню сторону теплозахисних пластин.

Таким чином, у робочому режимі перша прокладка утримується дією тиску вторинного потоку в положенні ковзного упору у вихідну внутрішню сторону картера й у вхідну внутрішню сторону заслінок, що дозволяє уникнути витоку холодного вторинного потоку назовні двигуна. Очевидно, що позиціонування зазначеної першої прокладки залежить від кутового позиціонування заслінок і від можливого розширення різноманітних деталей.

Для забезпечення герметичності між діафрагмою і теплозахисним кожухом між двома деталями краще передбачити третю гнучку кільцеву прокладку, яка утримується на вході на зазначеній діафрагмі, та її вхідний кінець знаходиться в положенні ковзного упору в теплозахисний кожух.

Кожна кільцева прокладка складається з множини секторів, кожен з яких містить дві накладені одна на одну пластини, з'єднані між собою й зміщені в окружному напрямку для того, щоб краї двох суміжних секторів перекривали один одного, при цьому кожна пластина на виході містить множину осьових щілин, що перекриваються іншою пластиною.

Ці щілини виконані, щонайменше, на половині осевого простору прокладок, і пластини секторів з'єднані одна з одною за допомогою зварювання або пайки.

Таке розташування прокладок забезпечує достатню герметичність стінок прокладок і необхідну жорсткість.

Діафрагма виконана у вигляді кільця, що має переріз U-подібної форми, гілки якого спрямовані до входу, а шийка містить отвори, при цьому радіально зовнішня гілка закріплена на картері за допомогою засобів, що забезпечують між гілкою і картером кільцевий проміжок, у якому із зазором установлений вхідний кінець першої прокладки.

Така конструкція забезпечує утримання вхідного кінця під час роботи двигуна дією тиску вторинного потоку.

Що ж до вхідного кінця другої прокладки, то він утримується затиснутим між опорною пластиною і радіально внутрішньою стороною радіально внутрішньої гілки за допомогою кріпильних заклепок, що закріплюють опорну пластину на зазначеній гілці.

Вхідний кінець третьої прокладки закріплюють на радіально внутрішній стороні опорної пластини за допомогою заклепок, причому заклепки постачені голівками, що знаходяться в положенні ковзного упору в зовнішню сторону теплозахисного кожуха.

Відповідно до іншої відмітної ознаки даного винаходу кожну теплозахисну пластину закріплюють на відповідній заслінці за допомогою єдиного кріпильного пристрою, при цьому заслінку і пластину взаємоподібно стопорять при обертанні навколо кріпильного пристрою за допомогою осевої системи з рейки і полоза, при цьому теплозахисна пластина містить на своєму вхідному кінці і на своїй радіально внутрішній стороні опуклу в осевому напрямку поверхню, що забезпечує герметичність за рахунок контакту з вихідним кінцем другої прокладки по всьому кутовому робочому діапазоні сопла.

Інші переваги й відмітні ознаки даного винаходу будуть очевидніші з нижченаведеного опису, представленого як приклад, з посиланнями на додані фігури креслень, серед яких:

Фіг.1 - зображує в полурозрізі по площині, що містить осі газотурбінного двигуна відповідно до даного винаходу, задню частину форсажної камери і збіжного-розбіжного сопла, що знаходиться в продовженні форсажної камери.

Фіг.2 - зображує у збільшеному масштабі вхідну частину кільцевого каналу вторинного потоку і вихідну частину сопла, а також конструкцію гнучких прокладок між цими двома частинами.

Фіг.3А-3С зображують вигляд у перспективі сектора прокладки.

Фіг.4 зображує у розрізі по лінії IV-IV Фіг.3 сектор прокладки.

Фіг.5 - вигляд знизу теплозахисної пластини заслінки.

Фіг.6 - зовнішню сторону теплозахисної пластини.

Фіг.7 - вигляд зсередини сопла сукупності первинних заслінок.

Фіг.8 - сукупність первинних заслінок у розрізі по лінії VII-VIII Фіг.7.

На Фіг.1 і 2 показана задня частина 1 авіаційного газотурбінного двигуна відповідно до даного винаходу, що містить на виході турбіни, не показаної на кресленнях, форсажну камеру 2, обмежену в радіальному напрямку теплозахисним кожухом 3, встановленим усередині кільцевого картера 4. Кожух 3 і картер 4 обмежують між собою кільцевий канал 5, у якому циркулює вторинний потік F і який у своєму вихідному кінці містить діафрагму 6, жорстко з'єднану з картером 4.

На виході форсажної камери 2 розташоване симетрично в осевому напрямку сопло 7.

Сопло 7, зокрема, містить множину керованих заслінок 8, переміжних із веденими заслінками 9 (див. Фіг.7 і 8), які містять на своїх внутрішніх сторонах теплозахисні пластини 10. Заслінки 8 і 9 і теплозахисні пластини 10 обмежують між собою проходи 11, у які заходить охолодне повітря, яке подають через діафрагму 6 і яке утворює захисний прошарок на виході теплозахисних пластин 10.

Своїми вхідними кінцями заслінки 8 і 9 шарнірно з'єднані з кронштейнами 12, жорстко з'єднаними з картером 4, і приводяться в дію, наприклад, за допомогою силових циліндрів 13, які переміщують в осевому напрямку приводне кільце 14, яке містить ролики 15, що взаємодіють із кулаковою поверхнею 16, виконаною на зовнішній стороні керованих заслінок 8. У рамках даного винаходу можуть також використовуватися інші засоби приведення в дію первинних заслінок 8 і 9.

Як показано на Фіг.1, на виході первинних заслінок 8, 9 сопло 7 містить другий вінець 20 вторинних заслінок, створюючи збіжне-розбіжне сопло. Водночас даний винахід може бути також застосований у випадку тільки збіжного сопла.

Як чітко показано на Фіг.2, діафрагма 6 містить кільце з перерізом U-подібної форми, поверненим на 90°, гілки 21 і 22 якого спрямовані в осевому напрямку до входу каналу 5 і спрямована радіально шийка 23 якого містить отвори 24 для проходу вторинного потоку F.

Радіально зовнішня гілка 21 закріплена на картері 4 через розпірку 25, виконану у вигляді шайб або стрічки, за допомогою кріпильних засобів 26, формуючи на виході розпірки кільцевий проміжок 27 між гілкою 21 і картером 14.

Радіально внутрішня гілка 22 розміщена на значній відстані від вхідного кінця 3а теплозахисного кожуха 3, для забезпечення кріплення в цьому місці двох гнучких ущільнювальних прокладок, опис яких наводиться нижче.

Визначений вище проміжок 27 виконаний з можливістю установки із зазором вхідної частини 30а першої гнучкої кільцевої ущільнювальної прокладки 30, вихідна частина 30b якої в цілому виконана у вигляді збіжного до виходу конуса і кінець 30с якої знаходиться в положенні ковзного упору у вхідну закруглену ділянку 8а заслінок 8 і 9.

Слід відзначити, що перша прокладка 30 може певною мірою переміщуватися в осьовому напрямку залежно від своєї жорсткості і під тиском вторинного потоку F, циркулюючого в кільцевому каналі 4 під час роботи двигуна.

Таке розташування забезпечує позитивний упор вхідної частини 30а першої прокладки 30 у внутрішню сторону картера 5 і позитивний упор вихідного кінця 30с першої прокладки 30 у вхідну внутрішню поверхню заслінок 8 і 9 на всьому робочому кутовому діапазоні сопла 7. Таким чином, перша прокладка 30 забезпечує герметичність між вторинним потоком F і зовнішнім простором на рівні шарнірних з'єднань сопла 7.

Радіально внутрішня гілка 22 діафрагми 6 утримує вхідний кінець 40а другої гнучкої кільцевої прокладки 40 і вхідний кінець 50а третьої гнучкої кільцевої прокладки 50 за допомогою множини заклепок 60, що проходять через отвори, виконані у вхідному кінці цих прокладок 40 і 50, у вхідному кінці гілки 22, а також в опорній кільцевій пластині 61, уставленій між другою прокладкою 40 і третьою прокладкою 50. Заклепки 60 постачені голівками 62, що знаходяться в положенні ковзного упору в зовнішню сторону теплозахисного кожуха 3. Вони діють на зразок ползів під час максимальних осьових розширень згаданого кожуха 3, а також забезпечують його центрівку при всіх режимах роботи форсажної камери.

Вхідний кінець 40а другої прокладки 40 уставлений між опорною пластиною 61 і радіально внутрішньою стороною гілки 22. Переважно шайби 63, що оточують заклепки 60, уставляють між опорною пластиною 61 і гілкою 22, забезпечуючи зазор між цими двома деталями, в який уставляють вхідний кінець 40а другої прокладки 40, при цьому зазначений вхідний кінець 40а містить вирізи, що взаємодіють із шайбами 63 для точного позиціонування другої прокладки 40 в окружному напрямку.

Друга прокладка 40 містить також вихідну частину 40b, виконану у вигляді збіжного до виходу конуса, вихідний кінець 40с якої входить у положення упору у вхідну внутрішню сторону теплозахисних пластин 10.

Вхідний кінець 50а третьої прокладки 50 закріплений на заклепках 60, а вихідний кінець 50с третьої прокладки знаходиться в положенні ковзного упору в зовнішню сторону теплозахисного кожуха 3. Третя прокладка 50 призначена для забезпечення герметичності між діафрагмою 6 і теплозахисним кожухом 3.

На Фіг.3 і 4 показана конструкція кожної з прокладок 30, 40 і 50.


Як показано на Фіг.3А-3С і на Фіг.4, кожна прокладка складається з множини секторів 70, що частково перекривають один одного в окружному напрямку. Кожний сектор 70 утворений накладенням одна на одну двох пластин 71 і 72 з листового металу, зсунутих в окружному напрямку на відстань, що відповідає перекриттю двох суміжних секторів 70. Кожну пластину 71 і 72 виконують формовкою між пресами, а потім у них


вирізають осьові щілини 73 практично на половині їхнього осьового простору. Після цього обидві пластини 71 і 72, що утворюють сектор 70, накладають одну на одну, щоб щілини і будь-яка з цих пластин чергувалися в окружному напрямку із щілинами іншої пластини, і жорстко з'єднують одну з одною, краще за допомогою зварювання або пайки. Що ж до секторів 70, то їх не з'єднують один з одним, що дозволяє легко змінювати сектор 70 у випадку зносу.


Для досягнення герметичності в усьому кутовому робочому діапазоні заслінок 8 і 9 на рівні другої прокладки 40 і теплозахисних пластин 10 заслінок 8 і 9, зазначені теплозахисні пластини 10 мають відповідну форму на рівні поверхні 80, що входить у контакт з вихідним кінцем 40с другої прокладки 40.

Як показано на Фіг.5 і 6, зазначена поверхня 80 є опуклою в осьовому напрямку і злегка увігнутою в окружному напрямку.

Кожну теплозахисну пластину 10 закріплюють на відповідній заслінці 8 або 9 тільки в одній точці кріплення, наприклад, за допомогою гвинта 81, утопленого в заглибині 82 теплозахисної пластини 9, виконаній у центральній вхідній частині зазначеної пластини й утворюючій нерухому точку, навколо якої зазначена пластина 11 може вільно розширюватися. Для забезпечення її бічного і радіального утримання на її зовнішній стороні передбачена напрямна рейка 83, що взаємодіє з ползком, виконаним на внутрішній стороні відповідної заслінки 8 або 9.

 20040504013-1.jpg


 20040504013-2.jpg


 20040504013-3.jpg


9


81234


10


 20040504013-4.jpg


 20040504013-5.jpg

 20040504013-6.jpg

 20040504013-7.jpg

 20040504013-8.jpg

 20040504013-9.jpg

 20040504013-10.jpg