

Даний винахід відноситься до галузі двоконтурних турбореактивних двигунів і, зокрема, до форсажних пристроїв таких турбореактивних двигунів.

У двоконтурному турбореактивному двигуні, показаному на Фіг.1, повітряний потік, що всмоктується вентилятором 1, надходить у компресор 2 низького тиску. Перша частина потоку стисненого повітря надходить у компресор 3 високого тиску, тоді як друга частина (допоміжна) призначена для подачі у перший канал 4, що знаходиться ближче до виходу і розташований між зовнішнім кільцевим картером 5 і першим внутрішнім кільцевим картером 6 (який називається зазвичай жолобом злиття і призначений для розділення первинного потоку і вторинного потоку до їх змішування) форсажного пристрою 7. Потік повітря, стисненого компресором 3 високого тиску, живить камеру 8 згоряння, з якої відпрацьовані гази надходять на турбіну 9, яка містить рівень високого тиску і розташований за ним рівень низького тиску, і вихід якої живить другий канал 10, передбачений між першим внутрішнім кільцевим картером 6 (або жолобом злиття) і другим внутрішнім кільцевим картером 11 (який зазвичай називається вихлопним конусом) форсажного пристрою 7.

Відпрацьовані гази, що надходять у другий канал 10, мають високу температуру і утворюють так званий первинний потік (або гарячий потік). Повітря, що надходить у перший канал 4, має температуру значно меншу температури первинного потоку і утворює так званий вторинний потік (або холодний потік).

Форсажний пристрій 7 дозволяє здійснити друге спалювання завдяки вприскуванню палива у первинний і вторинний потоки. Частково це вприскування здійснюють за допомогою кільцевої форсунки 12, установлені поблизу першого внутрішнього картера 6 (або жолоба злиття) у каналі вторинного потоку або первинного потоку. Зокрема, кільцева форсунка 12 забезпечує гомогенне вприскування палива і стабілізацію полум'я. В залежності від варіанту виконання кільцева форсунка 12 може бути встановлена на опорних стояках 13, які називаються також «полум'ястабілізаторами», жорстко з'єднаних із зовнішнім картером через опорний елемент і/або з першим внутрішнім картером за допомогою кріпильних засобів.

Жорстке з'єднання опорних стояків із зовнішнім картером через опорний елемент описане, зокрема, у [патенті FR 2699226]. Опорний елемент і відповідний опорний стояк жорстко з'єднані один з одним у зоні, що обдувається первинним потоком, тому деталі, які забезпечують їх жорстке з'єднання, зазнають не лише значних термічних впливів, але також впливу зусиль, які називаються «трактовим тиском». Крім того, разом з ділянкою кільцевої форсунки опорний стояк утворює моноблокову субконструкцію, виготовлення якої є дуже трудомістким процесом, зокрема, внаслідок необхідності закруглення декількох країв.

Жорстке з'єднання опорних стояків із першим внутрішнім картером за допомогою кріпильних засобів описане, зокрема, у [патентах US 5,103,638, GB 2 295 214, US 5,002,805 і US 5,090,198]. У кожному з цих патентів жорстке кріплення опорних стояків із композитного матеріалу має здійснюватись на металевому внутрішньому картері, встановленому на межі поділу між первинним і вторинним потоками. Внаслідок цього виникає перепад теплового розширення між опорними стояками і картером, який компенсують за рахунок застосування складних кріпильних засобів і проміжних деталей.

У [патенті FR 2699227] запропоновано також створити моноблокову конструкцію із зовнішнього і внутрішнього картерів, кільцевої форсунки і стояків. Однак таку конструкцію важко виготовити, зокрема, оскільки для цього необхідно використати різні матеріали для так званих «холодних» деталей і «гарячих» деталей. Крім того, внаслідок моноблоковості такої конструкції утруднені операції по технічному обслуговуванню, і пошкодження однієї з її частин вимагатиме її повної заміни.

Задачею даного винаходу є усунення вищезгаданих недоліків пристроїв попереднього рівня техніки.

Для вирішення цієї задачі пропонується створити опорний стояк (полум'ястабілізатор) для форсажного пристрою, який містить, як було зазначено у вступній частині, перший і другий внутрішні кільцеві картери, що обмежують канал для первинного потоку, і зовнішній кільцевий картер, що обмежує разом із першим внутрішнім кільцевим картером канал для вторинного потоку.

Цей стояк відрізняється тим, що містить моноблокову конструкцію з композитного матеріалу, яка має дві жорстко з'єднані стінки, з одного боку, виконані з можливістю формування виїмки, що має по суті V-подібний профіль, і, з іншого боку, містять перші кінцеві частини, з'єднані між собою і виконані з можливістю формування ніжки, і другі кінцеві частини, виконані з можливістю формування, щонайменше, одного фланця, призначеного для жорсткого з'єднання із зовнішнім картером.

Стояк відповідно до даного винаходу може характеризуватися іншими відмітними ознаками, які можуть розглядатися як окремо, так і в комбінації, зокрема:

- її дві стінки можуть бути відокремлені одна від одної несталою відстанню між їх першими і другими кінцевими частинами таким чином, щоб профіль виїмки міг змінюватися. У цьому випадку відстань змінюється, наприклад, по суті безперервно із зростанням від перших кінцевих частин до других кінцевих частин таким чином, щоб профіль виїмки міг змінюватися по суті безперервно;

- її дві стінки можуть мати несталу товщину між їх першими і другими кінцевими частинами. У цьому випадку обидві стінки мають, наприклад, більшу товщину на рівні їх других кінцевих частин для підвищення їх міцності;

- кожна з її двох стінок може мати на однаковому вибраному рівні виріз, який утворює гніздо, призначене для установлення кронштейна кільцевої форсунки. Наприклад, цей кронштейн кільцевої форсунки жорстко з'єднують з двома стінками поруч з їх вирізами, у разі необхідності, за допомогою заклепок. Крім того, вирізи можна виконувати у зоні частини двох стінок, призначеної для установлення в каналі вторинного потоку. У цьому випадку цю зону переважно розташовують поблизу першого внутрішнього картера;

- кожний фланець може бути жорстко з'єднаний із зовнішнім картером за допомогою, щонайменше, одного болта з використанням анкерної плити, установлені з боку, протилежного вторинному потоку;

- моноблокову конструкцію можна виконувати із композитного матеріалу з керамічною матрицею.

Даний винахід відноситься також до форсажного пристрою вищезгаданого типу для двоконтурного турбореактивного двигуна, який містить, щонайменше, три опорних стояки, описаних вище відповідно до однієї з вказаних відмітних 4 ознак, жорстко з'єднаних з його зовнішнім картером.

Такий пристрій може, наприклад, містити в каналі, призначеному для вторинного потоку, теплозахисний кожух, що обмежує разом із зовнішнім картером форсажний канал для частини вторинного потоку. У цьому

випадку кронштейн кільцевої форсунки кожного опорного стояка краще встановлювати на рівні, що знаходиться між двома відповідними рівнями теплозахисного кожуха і першого внутрішнього картера.

Інші відмітні ознаки і переваги даного винаходу будуть більш очевидні з нижченаведеного детального опису з посиланнями на додані фігури креслень, серед яких:

Фіг.1 зображає схематичний вигляд у поздовжньому розрізі двоконтурного турбореактивного двигуна.

Фіг.2 - перший вигляд у перспективі прикладу виконання стояка відповідно до даного винаходу перед кріпленням кронштейна кільцевої форсунки.

Фіг.3 - другий вигляд у перспективі стояка, показаного на Фіг.2.

Фіг.4 - вигляд у перспективі прикладу виконання стояка відповідно до даного винаходу після кріплення кронштейна кільцевої форсунки.

Фіг.5 - вигляд зверху стояка, показаного на Фіг.4.

Фіг.6- вигляд у розрізі по лінії V-V стояка, показаного на Фіг.4.

Фіг.7 - вигляд у розрізі по лінії VI-VI стояка, показаного на Фіг.4.

Фіг.8 - вигляд збоку стояка, показаного на Фіг.4, після жорсткого з'єднання із зовнішнім картером форсажного пристрою.

Фіг.9 і 10 зображають два вигляди у перспективі з двох різних кутів зору з'єднання, показаного на Фіг.8.

Додані креслення не лише доповнюють винахід, але, у разі необхідності, можуть служити для його визначення.

Даний винахід відноситься до опорного стояка-полум'ястабілізатора для форсажного пристрою турбореактивного двигуна, представленого у вступній частині з посиланням на Фіг.1.

Далі йде опис опорного стояка 13 відповідно до даного винаходу з посиланнями на Фіг.1, 2 і 3.

Опорний стояк (або стояк-полум'ястабілізатор) 13, показаний на Фіг.2 і 3, виконаний у вигляді моноблокової конструкції з композитного матеріалу, що має підвищену жароміцність. Цей композитний матеріал переважно містить керамічну матрицю. Наприклад, моноблокову конструкцію виконують із заготовки, заздалегідь відформованої із волокнистого матеріалу, зокрема, карбиду кремнію або карбону, яку просочують керамічною матрицею в рідкій або газовій фазі. Так, наприклад, моноблокову конструкцію можна виконувати з матеріалу CERASEP® 410-12.

Використання композитного матеріалу є особливо переважним, оскільки забезпечує виграш у масі (у порівнянні з металічними матеріалами) і збільшення терміну служби, зокрема, під впливом підвищених робочих температур.

Моноблокова конструкція містить дві по суті симетричні стінки 14 і 15, що з'єднуються по одній поздовжній стороні, утворюючи виїмку 16, профіль якої у поперечному перерізі по суті має V-подібну форму.

Ці дві перші стінки 14 і 15 містять перші кінцеві частини 17, з'єднані між собою, які утворюють ніжку 18, що переважно має скошену форму для кращого проходження первинного потоку.

Крім того, кожна стінка 14 і 15 містить також другу кінцеву частину 19, протилежну ніжці 18, і виконану з можливістю формування, щонайменше, одного фланця 20, 21, призначеного для жорсткого з'єднання із зовнішнім кільцевим картером 5, як буде показано нижче із посиланням на Фіг.6. Для виконання цього жорсткого з'єднання, наприклад, за допомогою болтів, кожний фланець 20, 21 містить, щонайменше, один наскрізний отвір 22, переважно, щонайменше, два отвори, показані на Фіг.3.

Крім того, кожна стінка 14, 15 переважно містить виріз (або паз) 23 на вибраному рівні (однаковому для обох). Ці два вирізи 23 утворюють гніздо, в яке встановлюють кронштейн 24 кільцевої форсунки, показаний на Фіг.4.

Рівень для виконання вирізів 23 вибирають в залежності від місця установа кінцевої форсунки. У представленому прикладі їх виконують поряд з другими кінцями 19, з можливістю установа кінцевої форсунки в каналі 4, призначеному для вторинного потоку. Разом з тим, відповідно до одного з варіантів виконання, їх можна виконувати в центральній частині стінок 14 і 15 і навіть поряд з ніжкою 18, з можливістю установа кінцевої форсунки в каналі 10, призначеному для первинного потоку.

Наприклад, як показано на Фіг.4, кронштейн 24 кільцевої форсунки містить центральну частину 25, що утворює відкриту з двох сторін виїмку V-подібної форми, продовжену назад, по суті перпендикулярно, двома бічними частинами 26, жорстко з'єднаними з внутрішніми сторонами двох стінок 14 і 15 поряд з їх вирізами 23. Це жорстке з'єднання виконують, наприклад, за допомогою заклепок 27.

Кронштейн 24 кільцевої форсунки виконують, наприклад, з металічного матеріалу, коли його встановлюють у вторинній «холодній» зоні. Але його можна виконувати і з композитного матеріалу, зокрема, коли він призначений для установа кінцевої форсунки у первинній «гарячій» зоні.

Для жорсткого кріплення кільцевої форсунки у кронштейні 24 кільцевої форсунки у ньому переважно виконують, щонайменше, один наскрізний отвір 28 у кожній з двох полиць, які утворюють його центральну частину 25.

Як показано на Фіг.6 і 7 у розрізі по лініях V-V і VI-VI Фіг.4, і також на вигляді зверху згідно з Фіг.5, відстань між двома стінками 14 і 15 може не бути сталою від ніжки 18 до других кінцевих частин 19. Іншими словами, профіль V-подібної форми виїмки 16 може змінюватися. Зокрема, у цьому випадку відстань зростає по суті безперервно від ніжки 18 до других кінцевих частин 19.

Крім того, хоч це і не показано на фігурах, товщина двох стінок 14 і 15 може не бути сталою від ніжки 18 до других кінцевих частин 19. Дійсно, уявляється переважним посилити частину опорного стояка 13, на яку діють більш значні напруження, ніж на інші частини. Так, стовщення на рівні других кінцевих частин 19 може підвищити їх опір термічним впливам і навантаженням від трактового тиску.

Форсажний пристрій 7 двоконтурного турбореактивного двигуна містить, щонайменше, два опорних стояки 13, описані вище, і переважно, щонайменше, чотири стояки. У деяких турбореактивних двигунах кількість стояків може бути рівною дев'яти (9).

З посиланням на Фіг.7, 9 і 10 далі йде опис прикладу жорсткого з'єднання опорного стояка 13 із зовнішнім кільцевим картером 5 форсажного пристрою 7. Як вже було показано вище, кожний опорний стояк 13 жорстко з'єднують із зовнішнім кільцевим картером 5 за допомогою фланців 20 і 21.

Оскільки жорстке з'єднання здійснюють безпосередньо на зовнішньому кільцевому картері 5 у

«холодному» навколишньому середовищі (звичайно приблизно менше 200°C), то воно не створює проблеми перепаду теплового розширення між опорним стояком 13 і зовнішнім кільцевим картером 5. Тому можна застосовувати досить прості засоби кріплення (або жорсткого з'єднання), наприклад, болти 29. Наприклад, для закріплення кожного фланця можна використати два болти 29 (як мінімум один).

Після жорсткого з'єднання колений стояк по суті розташований у радіальному напрямі відносно осі обертання турбіни 9, яка є також поворотною віссю симетрії зовнішнього картера 5 і внутрішніх картерів 6 і 11. Необхідно врахувати, що у цьому випадку під внутрішнім картером 5 і внутрішнім картером 11 слід розуміти те, що фахівці називають відповідно жолобом злиття і вихлопним конусом.

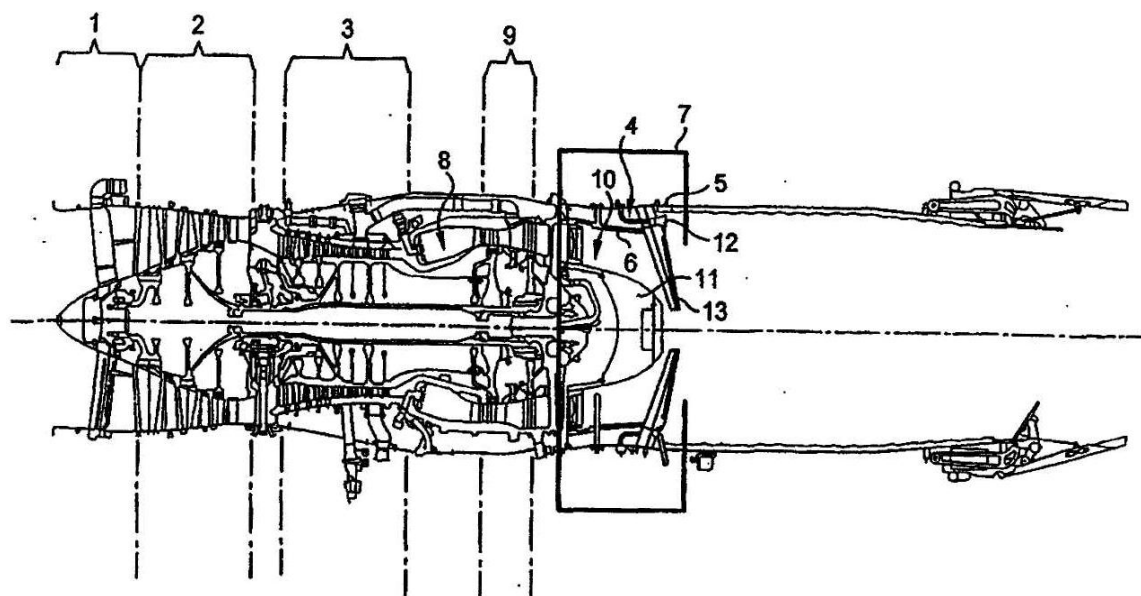
Як показано на Фіг.8, форсажний пристрій 7 може містити теплозахисний кожух 32, встановлений між першим внутрішнім кільцевим картером 6 (або жолобом злиття) і зовнішнім кільцевим картером 5, утворюючи з останнім форсажний канал 33, в якому циркулює, щонайменше, частина вторинного потоку. Цей теплозахисний кожух 32, як правило, виконують із хвилястого перфорованого листового металу, і він призначений для проходження відпрацьованих після допалювання газів (так само, як і стінки головної камери) і для захисту зовнішнього кільцевого картера 5 від гарячого потоку. При наявності такого теплозахисного кожуха 32 вирізи 23 стінок 14 і 15 кожного опорного стояка 13 виконують на такому рівні, щоб кронштейн 24 кільцевої форсунки, щонайменше, частково знаходився всередині проміжного кільцевого картера 32 і першого внутрішнього кільцевого картера 6 (або жолоба злиття).

Крім того, як показано на Фіг.4, під зовнішньою стороною (протилежною зовнішньому картеру 5) кожного фланця 20, 21 можна встановлювати підсилювальну і/або захисну анкерну плиту 30, яка у цьому випадку розташовується між фланцем і гайками. Це дозволяє підвищити жорсткість фланців 20 і 21 і покращити міцність опорного стояка 13 у відношенні до механічних навантажень. Цю анкерну плиту 30 переважно виконують з металу.

Слід зазначити, що V-подібний профіль і форму ніжки 18 кожного опорного стояка 13 вибирають таким чином, щоб оптимізувати проходження первинного потоку (стрілка F1 на Фіг.8) і вторинного потоку (стрілка F2 на Фіг.8) і забезпечити аеродинамічність, відповідну необхідним робочим характеристикам.

Крім того, у разі необхідності, у виїмці 16 опорного стояка 13 можна встановлювати пристрій внутрішньої карбюрації. Крім того, завдяки використанню композитного матеріалу для виконання опорного стояка 13, останній може витримувати підвищені температури, у зв'язку з чим відпадає необхідність установалення пристрою внутрішньої вентиляції, призначеного для охолодження частини її краю, що обдувається первинним потоком.

Даний винахід не обмежується описаними вище варіантами виконання опорного стояка і форсажного пристрою, наведеними виключно як приклад, і охоплює усі варіанти, які впливають для фахівця з нижченаведеної формули винаходу.



Фіг. 1

Fig. 2

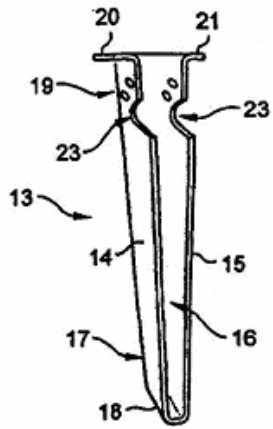


Fig. 3

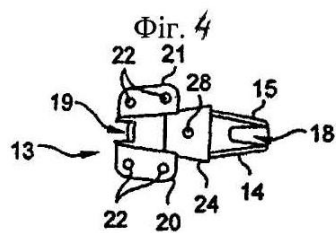
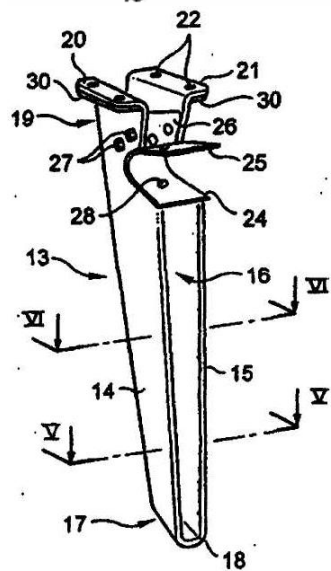
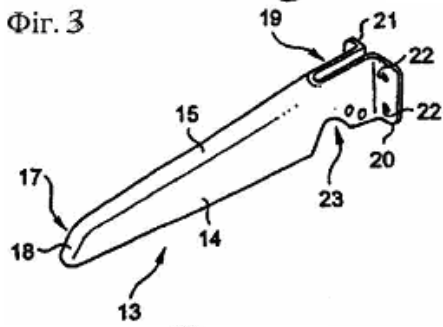


Fig. 5



Fig. 7

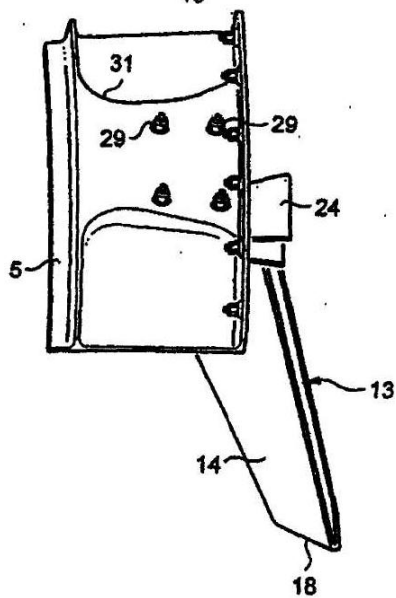
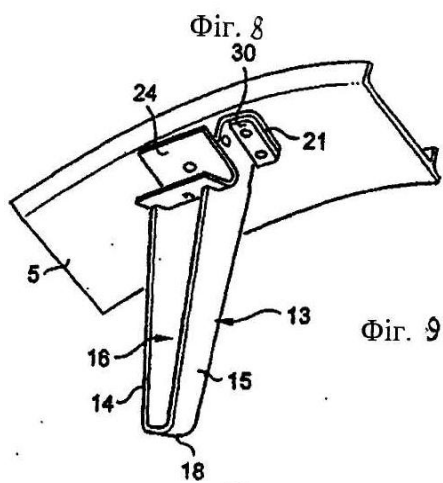
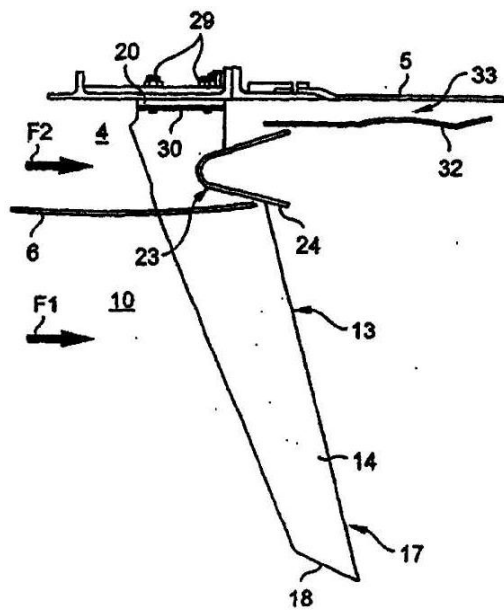


Fig. 10