



УКРАЇНА

(19) UA (11) 93364 (13) C2
(51) МПК
F01D 25/12 (2011.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ТУРБОМАШИНА, ЯКА МІСТИТЬ СИСТЕМУ ОХОЛОДЖУВАННЯ НИЖНЬОЇ ПОВЕРХНІ КРИЛЬЧАТКИ ВІДЦЕНТРОВАНОГО КОМПРЕСОРА

1

2

(21) а200708218

(22) 18.07.2007

(24) 10.02.2011

(31) 06/06544

(32) 19.07.2006

(33) FR

(46) 10.02.2011, Бюл.№ 3, 2011 р.

(72) БЕАЖЕЛЬ ЛОРАН, FR, МУРЛАН ЖАН-П'ЄР
АНДРЕ ЖОЗЕФ, FR, СТАНГАЛІНІ ЖЕРАР ЖАК, FR

(73) СНЕКМА, FR

(56) US 5555721, 17.09.1996

US 20010047651, 06.12.2001

GB 2401912, 24.11.2004

EP 0961033, 01.12.1999

(57) 1. Турбомашина, яка містить вузол дифузоровипрямляч, який встановлений на виході крильчатки відцентрового компресора і подає повітря в кільцеву камеру згоряння, і засіб подачі повітря для вентиляції турбіни, при цьому дифузор-випрямляч містить нижній кільцевий фланець, який з'єднаний своїм нижнім кінцем з засобом подачі і обмежує разом з нижньою поверхнею крильчатки кільцеву порожнину циркуляції повітря для вентиляції, відібраного на виході компресора, яка відрізняється тим, що на засобі подачі розміщений засіб відбору частини об'єму повітря для вентиляції турбіни і засіб направлення відібраного повітря до радіально внутрішньої частини нижньої поверхні крильчатки, щоб повітря циркулювало радіально зсередини назовні вздовж нижньої поверхні крильчатки і змішувалося з повітрям, відбі-

раним на виході компресора для зниження температури повітря в кільцевій порожнині.

2. Турбомашина за п. 1, яка відрізняється тим, що засіб відбору виходить в кільцевий прохід, утворений навколо вала компресора, між засобами подачі повітря і кільцевою порожниною.

3. Турбомашина за п. 2, яка відрізняється тим, що засіб відбору містить лабіринтне ущільнення, яке встановлене між валом компресора і виходом засобу подачі повітря і керує об'ємом повітря, яке входить в кільцевий прохід.

4. Турбомашина за п. 2, яка відрізняється тим, що кільцевий прохід містить на виході лабіринтне ущільнення для регулювання об'єму повітря, яке приходить з кільцевого проходу і входить в кільцеву порожнину.

5. Турбомашина за п. 1, яка відрізняється тим, що засіб подачі містить вхід, в який надходить повітря від вузла дифузор-випрямляч, і два аксіально-протилежних виходи, один з яких виходить в систему вентиляції турбіни і інший виходить в кільцеву порожнину.

6. Турбомашина за п. 1, яка відрізняється тим, що кільцева порожнина містить засіб сепарації і змішування об'єму повітря, відібраного на засобі подачі повітря, для вентиляції турбіни, і об'єм повітря, відібраного на виході компресора.

7. Турбомашина за п. 6, яка відрізняється тим, що засіб сепарації і змішування містить циліндричний лист, який проходить вгору від нижньої стінки, що обмежує порожнину, і закінчується на відстані від нижньої поверхні крильчатки.

Даний винахід стосується системи охолодження нижньої поверхні крильчатки відцентрового компресора в турбомашині, зокрема такої як турбореактивний двигун або турбогвинтовий двигун літака.

У турбомашині, останній ступінь компресора якої відцентрового типу, вузол дифузор-випрямляч встановлений на виході відцентрового ступеня і подає повітря в кільцеву камеру згоряння.

Дифузор містить нижній кільцевий фланець, який з'єднаний своїм нижнім кінцем з засобами подачі повітря в систему вентиляції турбіни, розташованої нижче камери згоряння. Частина об'єму повітря, що виходить з випрямляча, обходить камеру згоряння зсередини, проходячи між радіально внутрішньою стінкою камери і фланцем дифузора, для живлення цих засобів подачі повітря для вентиляції турбіни.

(13) C2

(11) 93364

(19) UA

Кільцева порожнина нижче крильчатки відцентрового ступеня обмежена кільцевим фланцем дифузора і повинна вентилуватися за допомогою відбору повітря на виході відцентрового ступеня, щоб уникнути підвищення температури нижньої поверхні крильчатки, яка могла б перевищити максимальну температуру, допустиму матеріалом крильчатки. Повітря, який знаходиться в порожнині, приводиться в рух крильчаткою і нагрівається за допомогою в'язкого тертя.

Щоб знизити нагрів нижньої поверхні крильчатки, було запропоновано збільшити об'єм повітря, яке відбирається на виході відцентрового ступеня, щоб краще вентилувати нижню порожнину крильчатки. Однак, це привело до збільшення об'ємів повітря, не працюючих в турбомашині, і погіршило її робочі характеристики.

Також було запропоновано встановити на нижній поверхні крильчатки кільцевий щит теплового захисту. Однак, закріплення цього щита на крильчатці є складним і спричиняє збільшення маси і інерції обертання крильчатки, що приводить до зниження робочих характеристик турбомашини.

Щоб температура крильчатки не перевищувала максимального допустимого значення, яке складає порядку 500°C для крильчатки, виконаної з титану, доводиться обмежувати швидкість обертання крильчатки і, отже, знижувати ступінь стиснення повітря і робочі характеристики турбомашини.

Технічною задачею даного винаходу є забезпечення дійового і економічного розв'язання цих проблем, пов'язаних з вентиляцією нижньої порожнини крильчатки відцентрового компресора в турбомашині, без зниження робочих характеристик турбомашини.

Поставлена задача згідно з винаходом вирішена шляхом створення турбомашини, яка містить вузол дифузор-випрямляч, який встановлений на виході крильчатки відцентрового компресора і подає повітрям кільцеву камеру згоряння, і засіб подачі повітря для вентиляції турбіни, при цьому дифузор-випрямляч містить нижній кільцевий фланець, який з'єднаний своїм нижнім кінцем з засобами подачі і обмежує разом з нижньою поверхнею крильчатки кільцеву порожнину циркуляції повітря вентиляції, відбраного на виході компресора, турбомашини характеризується тим, що на засобі подачі розміщений засіб відбору частини об'єму повітря для вентиляції турбіни і засіб направлення відбраного повітря до радіально внутрішньої частини нижньої поверхні крильчатки, щоб повітря циркулювало радіально зсередини назовні вздовж нижньої поверхні крильчатки і змішувалося з повітрям, відібраним на виході компресора, для зниження температури повітря в кільцевій порожнині.

Повітря для вентиляції, відібране на рівні засобу подачі системи вентиляції турбіни, направляється до нижньої поверхні крильчатки і починає омивати нижню поверхню, потім змішується в нижній порожнині крильчатки з повітрям, відібраним на виході компресора, що знижує температуру повітря в цій порожнині. Охолодження крильчатки дозволяє одержувати ступінь стиснення пові-

тря, що перевищує ступінь стиснення попереднього рівня техніки. Крім того, повітря, яке охолоджує нижню поверхню крильчатки, відібране на засобі подачі повітря в систему вентиляції турбіни, що дозволяє не знижувати об'єм працюючого повітря і, отже, зберігати робочі характеристики турбомашини.

У варіанті реалізації винаходу, засіб відбору виходить в кільцевий прохід, утворений навколо вала компресора між засобом подачі повітря і кільцевою порожниною.

Засіб відбору переважно містить лабіринтне ущільнення, яке встановлене між валом компресора і виходом засобів подачі і керує об'ємом повітря, яке входить в кільцевий прохід. Кільцевий прохід може також містити на виході лабіринтне ущільнення для регулювання об'єму повітря, яке приходить з кільцевого проходу і входить в нижню порожнину крильчатки.

Згідно з варіантом реалізації винаходу, засіб подачі містить вхід, що одержує повітря від вузла дифузор-випрямляч, і два аксіально-протилежних виходи, один з яких виходить в систему вентиляції турбіни, а інший виходить в кільцеву порожнину.

Переважно, нижня порожнина крильчатки містить засіб сепарації і змішування об'єму повітря, відбраного на засобі подачі повітря для вентиляції турбіни і об'єму повітря відбраного на виході компресора. Засіб сепарації і змішування містить, наприклад, один циліндричний лист, який проходить вгору від нижньої стінки, яка обмежує порожнину, і закінчується на деякій відстані від нижньої поверхні крильчатки.

Інші подробиці, характеристики і переваги даного винаходу пояснюються нижченаведеним описом, що служить необмежувальним прикладом, з посиланнями на супроводжуючі креслення, на яких;

Фіг. 1 зображує частковий осьовий розріз системи охолодження, згідно з винаходом;

Фіг. 2 - частковий осьовий розріз варіанта реалізації винаходу, згідно з винаходом.

На Фіг. 1 показана частина турбомашини, наприклад, турбореактивний двигун або турбогвинтовий двигун літака, яка містить зверху вниз, в напрямі руху газу всередині турбомашини, ступінь відцентрового компресора 14, кільцевий вузол дифузор-випрямляч 12 і камеру 10 згоряння.

Ступінь відцентрового компресора 14 містить крильчатку 18, з'єднану з частиною вала 20, і статор 22, з'єднаний за допомогою верхнього кільцевого фланця 23 із зовнішнім картером 24 турбомашини, який розташований навколо компресора 14, дифузора 12 і камери 10 згоряння.

Вихід 26 компресора направлений радіально назовні і знаходиться на одному рівні з входом дифузора 12, вихід компресора 14 відділений від входу дифузора 12 невеликим радіальним зазором. Дифузор 12 має зігнуту кільцеву форму і з'єднаний з випрямлячем 27, який відкривається радіально зовні входу камери 10 згоряння.

Дифузор 12 містить верхній кільцевий фланець 28 закріплений на зовнішньому картері 24 за допомогою відповідних засобів типу гвинт-гайка,

фланець 23 статора компресора затиснутий в осьовому напрямі між зовнішнім картером 24 і фланцем 28 дифузора.

Дифузор 12 містить також кільцевий фланець 30, який проходить вниз і всередину від входу дифузора і який закінчується на його нижньому кінці внутрішнім кільцевим фланцем 32, закріпленим засобами 34 типу гвинт-гайка або аналогічними на засобі 36 подачі повітря в систему вентиляції турбіни (не показана), розташовану нижче камери 10 згоряння.

Фланець 30 дифузора разом з нижньою радіальною поверхнею 40 крильчатки обмежує кільцеву порожнину 41, яка вентилюється повітрям, відібраним на виході компресора 14 через згаданий радіальний зазор.

Камера згоряння 10 містить внутрішню кругову стінку 44 і зовнішню кругову стінку 46 розташовані одна всередині іншої. Внутрішня стінка 44 з'єднана своїм нижнім кінцем з радіально зовнішнім кінцем конічної обичайки 48, радіально внутрішній кінець якої містить внутрішню кільцевий фланець 50, закріплений на згаданому засобі 36 подачі. Зовнішня стінка 46 камери з'єднана своїм нижнім кінцем з радіально внутрішнім кінцем конічної обичайки 52, яка містить на своєму радіально зовнішньому кінці зовнішню кільцевий фланець 54 для закріплення на зовнішньому картері 24.

Частина повітря, яке виходить з випрямляча 27, проходить в камеру 10 і змішується з паливом, поданим інжекторами (не показані), потім ця суміш спалюється і подається в турбіну для приведення у обертання вала 20. Інша частина повітря з випрямляча 27 обходить камеру 10 і проходить між радіально внутрішньою стінкою 44 камери і фланцем 30 дифузора для живлення засобів 36 подачі.

У прикладі на Фіг. 1 засіб 36 подачі містить дві співвісні стінки 59, 60 з L-подібним перерізом, які розташовані одна всередині іншої і визначають кільцевий канал, зігнаний під прямим кутом. Вхід 61 каналу направлений назовні, а його вихід 62 проходить в напрямі осі і відкривається на його нижньому кінці для подачі повітря в турбіну.

Кільцевий циліндричний прохід 75 утворений між засобом 36 подачі і валом 20 і проходить від виходу 62 засобу 36 подачі до порожнини 41 нижче крильчатки. Прохід 75 містить перше лабіринтне ущільнення 76, встановлене між валом 20 і виходом 62 засобу 36 подачі, і друге лабіринтне ущільнення 83, встановлене вище ущільнення 76, між валом 20 і кільцевим листом 84, який проходить вгору і всередину від засобу 36 подачі.

Осьові отвори 87 для проходу повітря утворені між засобами 34 фіксації, на фланцях 32 і 50 фланця 30 дифузора, і обичайкою 48 відповідно, і знаходяться на одному рівні з відповідними отворами, утвореними в кругових стінках 59, 60 засобу 36 подачі. Отвори 87 з'єднують нижню порожнину 41 крильчатки з кільцевою камерою 88 видалення повітря, яка розташована нижче засобу подачі і обмежена обичайкою 48 і зовнішньою стінкою 60 засобу 36 подачі.

Повітря, яке виходить з відцентрового компресора 14, циркулює в нижній порожнині 41 крильча-

тки зовні всередину і нагрівається за допомогою в'язкого тертя на нижній поверхні 40 крильчатки.

Згідно з винаходом, частина повітря вентиляції турбіни відбирається на виході засобу 36 подачі і направляється в прохід 75 до порожнини 41 для охолодження нижньої поверхні 40 крильчатки і зниження температури повітря в порожнині 41.

Лабіринтні ущільнення 76 і 83 регулюються для визначення об'єму повітря 92, циркулюючого в проході 75.

Повітря, яке виходить з лабіринтного ущільнення 83, циркулює вздовж нижньої поверхні 40 крильчатки, радіально зсередини назовні, потім змішується з повітрям, відібраним на виході відцентрового компресора 14. Ця повітряна суміш проходить потім в камеру 88 через осьові отвори 87 фланців 32, 50 і засоби 36 подачі.

Щоб відділити об'єм повітря 92 на виході засобу 36 подачі і об'єм повітря, відібраний на виході відцентрового компресора, і щоб забезпечити можливість змішування цих об'ємів повітря після проходження об'єму повітря 92 по нижній поверхні 40 крильчатки, циліндричний лист 94 встановлений в порожнині 41 і проходить в осьовому напрямі вгору від засобу 36 подачі до місця поруч з нижньою поверхнею 40 крильчатки. Лист 94 розташований радіально між кільцевим рядом отворів 87 для проходу повітря засобу 36 подачі і лабіринтним ущільненням 83. Повітря, яке виходить з цього ущільнення, направляється листом 94 на нижню поверхню 40 крильчатки, потім змішується з повітрям, відібраним на виході крильчатки.

Варіант реалізації винаходу поданий на Фіг. 2.

У цьому варіанті, засіб 136 подачі має подвійний вихід і містить кільцевий канал з T-подібним перерізом, в якому друга осьова циліндрична вихідна частина 196 з'єднана з його нижнім кінцем і верхнім кінцем першої осьової циліндричної вихідної частини 162. Другий вихід 196 відкривається вгору і розташований радіально між циліндричним напрямним листом 194 і листом 184 для установки верхньогерметичного ущільнення 183, і його переріз проходу повітря, в представленому прикладі, в точності ідентичний перерізу першого виходу 162 засобу 136 подачі.

Засіб 198 сепарації потоку передбачений в кільцевому каналі засобу 136 подачі для розділення об'єму повітря 199, яке проходить в кільцевий канал, на два об'єми повітря 200, 202 які подаються відповідно в турбіну і нижню порожнину крильчатки 118. Засіб 198 містить кільцеве ребро, яке виконане у вигляді виступу на внутрішній циліндричній поверхні засобу 136 подачі і розташоване в площині, перпендикулярній подовжній осі засобу 136 подачі, і проходить через їх вхід 160.

У представленому прикладі фланець 130 дифузора має L-подібну форму в осьовому перерізі і містить верхню частину, яка проходить радіально, нижче і на невеликій відстані від нижньої поверхні 140 крильчатки компресора, і нижню циліндричну частину, яка закінчується на нижньому кінці кільцевим фланцем 132 для закріплення на засобі 136 подачі. Циліндрична частина фланця 130 проходить паралельно листу 194 і обмежує нижню порожнину 141 крильчатки, яка сполучається з вихо-

дом компресора через радіальний прохід 204 з малою осьовою відстанню, утвореною між крильчаткою 118 і радіальною частиною фланця 130.

Повітря, яке проходить через радіальний прохід 204, зовні всередину, проходить в нижню по-

рожнину 141 і змішується з повітрям, яке приходить з другого виходу 196 засобу подачі і проходить знизу вгору вздовж листа 194 для того, щоб омивати нижню поверхню крильчатки.

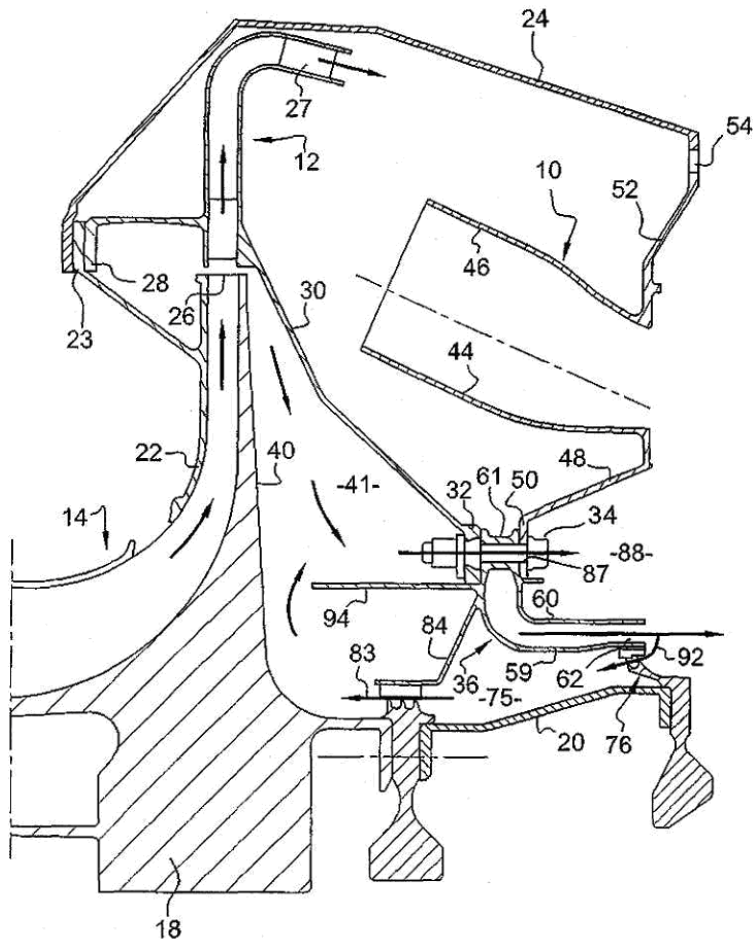


Fig. 1

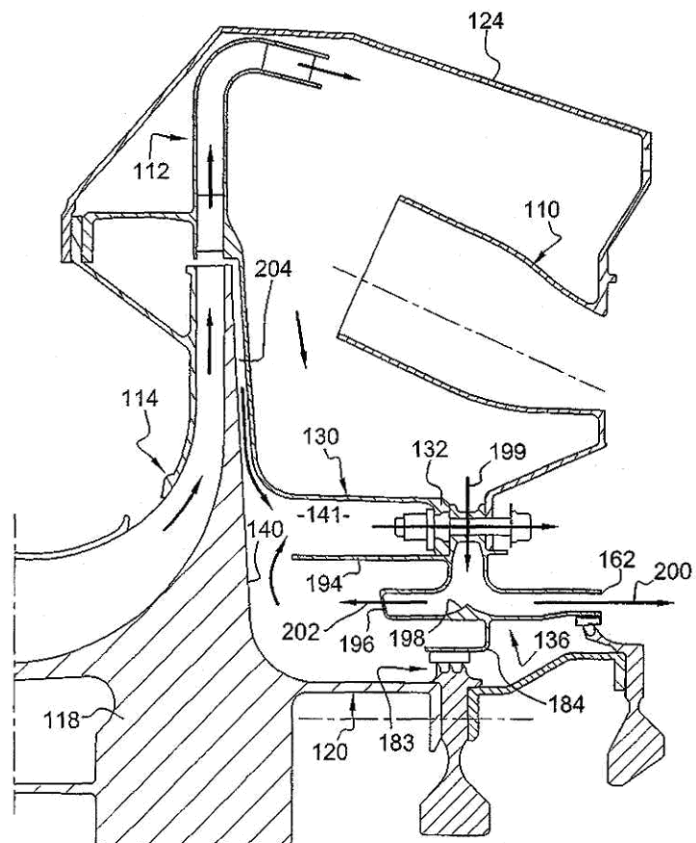


Fig. 2