



УКРАЇНА

(19) UA (11) 84395 (13) C2
(51) МПК (2006)
F01D 5/18
B21K 3/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ОХОЛОДЖУВАНА ЛОПАТКА ГАЗОТУРБІННОГО ДВИГУНА

1

2

(21) 20040806736
(22) 11.08.2004
(24) 27.10.2008
(31) 0309869
(32) 12.08.2003
(33) FR
(46) 27.10.2008, Бюл.№ 20, 2008 р.
(72) ТЕКСЬЕР КРИСТОФ
(73) СНЕКМА МОТЬОР
(56) US 3767322 A, 23.10.1973
US 2003/026689 A1, 06.02.2003
EP 0974733 A, 26.01.2000
EP 0381955 A, 16.08.1990
EP 1191189 A, 27.03.2002
US 6109867 A, 29.08.2000
EP 1160418 A, 05.12.2001
EP 1149982 A, 31.10.2001
EP 1154124 A, 14.11.2001
EP 1251243 A, 23.10.2002
US 5511937 A, 30.04.1996
SU 1621619, 10.07.2004
RU 2208683 C1, 20.07.2003

(57) 1. Охолоджувана лопатка газотурбінного двигуна, яка складається з виконаної литтям частини (11) і поздовжньої гільзи (14, 14', 14'') для спрямування потоку охолоджуючого повітря, котра виготовлена формуванням з листового металу, причому лита частина (11) містить поздовжній корпус, у якому передбачена поздовжня порожнина (16), яка на кінцях має перший отвір (19) для подавання і другий отвір (20) для відведення повітря, а гільза (14, 14', 14'') установлена в порожнині (16) так, що

вона кріпиться до стінки першого отвору (19), при цьому одна її кінцева частина (21, 21', 21'') вільна для просування ковзним рухом у другий отвір, котрий утворює напрямну (20), яка відрізняється тим, що згадана кінцева частина (21, 21', 21''), яка спрямовується напрямною (20), має звуження (22, 22', 22'') перерізу каналу для потоку повітря.

2. Лопатка за п. 1, яка відрізняється тим, що гільза (14, 14', 14'') прикріплена до стінки першого отвору (19) зварюванням або паянням на твердий припій.

3. Лопатка за одним з пунктів 1 або 2, яка відрізняється тим, що звуження (22) отримано загином кінця гільзи (14).

4. Лопатка за п. 3, яка відрізняється тим, що загин має в перерізі криволінійний профіль.

5. Лопатка за одним з пунктів 1 або 2, яка відрізняється тим, що звуження (22') отримано кріпленням, до кінця гільзи (14'), каліброваної пластини (23') з отвором (24').

6. Лопатка за одним з пунктів 1 або 2, яка відрізняється тим, що звуження (22'') отримано кріпленням труби (23''), що має конічну форму, розміри перерізу якої зменшуються в напрямку від кінця гільзи (14'').

7. Лопатка за одним з пунктів від 1 до 6, яка відрізняється тим, що гільза (14, 14', 14'') перфорована.

8. Лопатка за п. 7, яка відрізняється тим, що лита частина містить калібровані отвори.

Вінахід стосується охолодження лопаток газотурбінного двигуна, зокрема, лопаток сопла турбіни.

В газотурбінному двигуні повітря стискається компресором і в камері згоряння змішується з паливом. Потік, що покидає камеру згоряння, живить один або кілька ступенів турбіни, перед тим, як він буде викинутий в реактивне сопло.

Ступені турбіни складаються з роторів, розділених соплами або розподільниками, для спряму-

вання газового потоку. У зв'язку з високою температурою газу, який проходить над ними, лопатки перебувають у дуже суворих робочих умовах; а тому їх необхідно охолоджувати, як правило, за рахунок примусової конвекції або навіть повітряним ударом по внутрішній частині лопаток.

На Фіг.1 показана відома лопатка 1 розподільника, де її охолодження забезпечується поздовжньою гільзою 4, в якій виконана велика кількість дірочок. Лопатка 1 простягається між двома плат-

(13) C2

(11) 84395

(19) UA

формами: внутрішньою платформою 3 і зовнішньою платформою 2, якою обмежується кільцевий канал 5 для циркуляції газу всередині турбіни. По окружності цей канал розділяється лопатками 1.

Гільза 4 з великою кількістю дірочок ковзним рухом поздовжньо вставлена всередину центральної порожнини 6 лопатки 1. На рівні зовнішньої платформи 2 в гільзу 4 через канал 7 подається холодне повітря, наприклад, від компресора. Оскільки існує різниця тисків між внутрішньою частиною гільзи 4 і периферійною зоною порожнини 6, що обмежена зовнішньою стінкою гільзи 4 і внутрішньою стінкою лопатки 1, то частина повітря виштовхується через отвори в гільзі 4 на внутрішню стінку лопатки 1, забезпечуючи тим самим її охолодження. Далі через калібровані отвори це повітря відкачується в газовий потік 5, уздовж задньої кромки лопатки 1. Решта повітря відкачується через внутрішню платформу 3 в другий канал 8, котрий відводить його до інших частин двигуна, які необхідно охолоджувати, наприклад, до диска турбіни або до підшипників.

Центральна порожнина 6 лопатки 1 має два отвори 9 і 10 на рівні зовнішньої платформи 2 і внутрішньої платформи 3, відповідно. Під час збирання лопатки гільзу 4 ковзним рухом вставляють через зовнішній отвір 9 лопатки 1 і міцно прикріплюють до зовнішньої платформи 2, зазвичай, паянням твердим припоєм уздовж стінки зовнішнього отвору 9. Протилежна частина гільзи 4 входить усередину внутрішнього отвору 10 лопатки 1, утворюючи напрямну всередину внутрішньої платформи 3, аби уможливити відносні зміщення між гільзою і лопаткою. Дійсно, внаслідок застосування різних матеріалів для лопатки 1 і гільзи 4 та методів їх обробки, а також внаслідок різниці робочих температур, існує різниця у подовженні лопатки 1 і гільзи 4. Напрямна 10 забезпечує утримання цього збірного вузла.

Лопатка 1 виготовлена литтям, тоді як гільза 4 сформована з листа металу. З урахуванням різниці між методами виготовлення лопатки 1 і гільзи 4, просвіт уздовж напрямної 10 доволі істотний; цей просвіт, головним чином, є наслідком допусків на обробку. Він спричинює просочування повітря на рівні виходу з гільзи 4, оскільки тиск у периферійній зоні порожнини 6 нижчий, ніж тиск в центральному каналі, утвореному гільзою 4.

Першим недоліком, викликаним просочуванням повітря, що на Фіг.2 показано стрілкою F_1 є створення надлишкового тиску в периферійній зоні порожнини 6. Цей надлишковий тиск шкідливо відбивається на внутрішньому охолодженні лопатки 1, і особливо на рівні зони переднього краю, яка є найгарячішою зоною, оскільки повітря, що входить у центральну порожнину гільзи 4, має менше шансів бути виштовхнутим через отвори в гільзі 4 на внутрішню стінку лопатки 1. Крім того, повітря, що приходить за рахунок протікання, не бере участі в охолодженні лопатки, оскільки воно спрямоване безпосередньо в бік отворів для відкачування, які знаходяться на задній кромці. І ще, за рахунок протікання зменшується кількість повітря, яке спрямовується в канал 8 для охолодження інших частин двигуна.

Було запропоновано усунути протікання повітря за допомогою ущільнюючих систем, які мали б компенсувати зазначену вище різницю у розширенні, проте ці системи несприятливо відбиваються на ковзанні рукава 4 в напрямній 10.

Запропонований винахід усуває згадані недоліки.

З цієї метою винахід стосується охолоджувальної лопатки газотурбінного двигуна, котра складається з виконаної литтям частини і поздовжньої гільзи для спрямування потоку охолоджуючого повітря, котра виготовлена формуванням з листового металу, причому лита частина містить поздовжній корпус з поздовжньою порожниною, яка на кінцях має перший отвір для подавання і другий отвір для відведення повітря, а гільза установлена в порожнині так, що вона кріпиться до стінки першого отвору, при цьому одна кінцева частина гільзи вільна і ковзним рухом може просуватися в другий отвір, котрий утворює напрямну, і відрізняється тим, що згадана кінцева частина, яка спрямовується прямою, має звуження перерізу каналу для потоку повітря.

Рішення, запропоноване винаходом, просте і економічне. Воно має також перевагу в тому, що з'являється можливість калібрувати охолоджуюче обдування дисків.

Винахід буде краще зрозумілим з наступного опису лопатки згідно з винаходом, з посиланням на додані ілюстрації, де:

Фіг.1 - переріз відомої лопатки; Фіг.2 - переріз гільзи в напрямній лопатки з Фіг.1; Фіг.3 - переріз першого варіанту лопатки згідно з винаходом; Фіг.4 - переріз гільзи в напрямній лопатки з Фіг.3; Фіг.5 - переріз гільзи другого варіанту лопатки згідно з винаходом; та Фіг.6 - переріз гільзи третього варіанту лопатки згідно з винаходом. Хоча винахід стосується лопаток будь-якого типу, він буде описаним, головним чином, стосовно лопатки сопла турбіни.

На Фіг.3 показана лопатка 11 розподільника згідно з винаходом, котра простягається між зовнішньою платформою 12 і внутрішньою платформою 13 сопла газотурбінного двигуна, що обмежує кільцевий канал 15 для циркуляції газу в турбіні. Вона містить центральну поздовжню порожнину 16, яка має два отвори, зовнішній 19 і внутрішній 20 на рівні зовнішньої платформи 12 і внутрішньої платформи 13, відповідно.

Гільза 14 вставлена всередину центральної порожнини 16 лопатки, утворюючи периферійну охолоджувальну порожнину між зовнішньою стінкою гільзи 14 і внутрішньою стінкою лопатки 11. Гільза 14 прикріплена до стінки зовнішнього отвору 19 лопатки 11, наприклад, паянням твердим припоєм або зварюванням. Крім того, в кінцевій частині 21 вона спрямована у внутрішній отвір 20, утворюючи для цього ковзну напрямну. Відповідно, вона може ковзати всередину напрямної 20 з метою зробити лопатку цілісним вузлом, незважаючи на різне розширення її різних елементів.

Біля зовнішньої платформи 12 гільза 14 має канал 17, через який входить повітря від більш холодних рівнів турбінного двигуна. Оскільки між центральною порожниною гільзи 14 і периферій-

ною охолоджувальною порожниною порожнини 16 існує різниця тисків, то частина цього повітря виштовхується з центральної порожнини гільзи 14 у бік внутрішньої стінки лопатки, через отвори, передбачені для цього на гільзі 14, головним чином, з боку передньої кромки лопатки 11. Далі через калібровані отвори на задній кромці лопатки 11 це повітря відкачується.

Частина повітря, не виштовхнута на внутрішню стінку лопатки 11, відкачується з гільзи 14 через каналі, що знаходиться на рівні внутрішньої платформи 13, пройшовши через напрямну 20.

На Фіг.4 показано гільзу 14 лопатки 11 з Фіг.3, виготовлену згинанням листового матеріалу, яка в зоні її кінцевої частини 21, що спрямовується напрямною 20, загнута з утворенням звуження 22 для повітряного потоку, який спрямовується в її порожнину. Більш конкретно, звуження 22 виконане в зоні кінцевої частини 21 гільзи 14, підігнаної так, щоб розміщуватися всередині напрямної 20. У варіанті, показаному на Фіг.4, цей загин має викривлений профіль.

Дійсно, метою цього рішення є створення, в кінцевій частині 21 гільзи 14, яка спрямовується напрямною 20, зони 22, поперечні розміри якої помітно звужені відносно поперечних розмірів напрямної 20.

Відповідно, за рахунок загинання гільзи 14 її загнутий кінець 22 розвантажується. Це розвантаження спричинює падіння статичного тиску на виході гільзи 14. Отже, за допомогою форми цього вигину можна регулювати статичний тиск на виході гільзи 14 відносно статичного тиску в охолоджува-

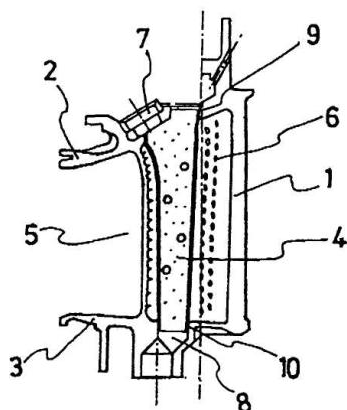
льній зоні порожнини 16 лопатки, у такий спосіб, щоб усунути, або принаймні зменшити, протікання повітря на виході гільзи 14, всередині напрямної 20, в бік згаданої зони охолодження.

Відповідно, з допомогою цього винаходу є можливість, без додаткових виробничих витрат, усувати протікання повітря без зміни як конструкції, так і способу застосування лопатки 11, надаючи відповідну форму кінцевій частині 21 гільзи 14.

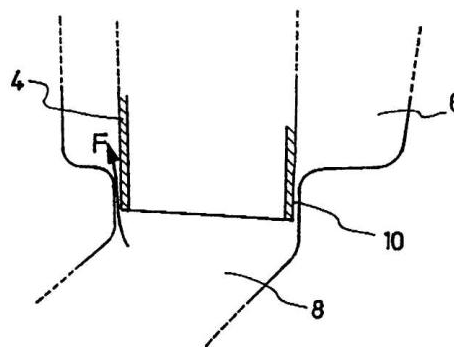
На Фіг 5 показано другий варіант гільзи 14' лопатки 11. Тут, з метою отримання результатів, подібних до раніше згаданих, пропонується на кінець кінцевої частини 21' гільзи 14', призначений для спрямування напрямною 20, припаювати на твердий припій або приварювати калібровану пластину 23', більшу частину поверхні якої, в даному випадку, займає отвір 24' для проходу повітря. В такий спосіб отримується частина 22', котра має звужені поперечні розміри відносно поперечних розмірів напрямної 20.

На Фіг 6 показано третій варіант гільзи 14" лопатки 11. В цьому останньому прикладі, пропонується на кінець кінцевої частини 21" гільзи 14", призначений для спрямування напрямною 20, припаювати на твердий припій конічну трубку 23", поперечні розміри якої звужуються в напрямку від кінця гільзи 14". У цей спосіб отримується частина 22", яка має звужені поперечні розміри відносно поперечних розмірів напрямної 20.

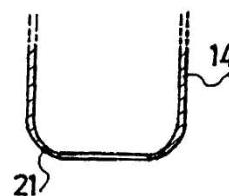
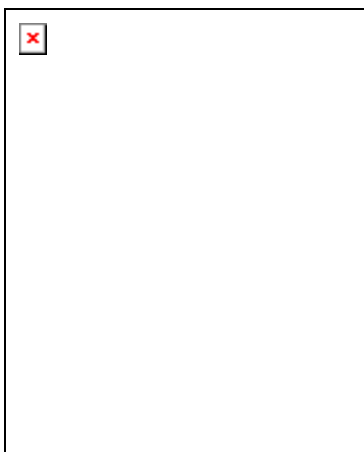
Третьому варіанту гільзи згідно з винаходом віддається перевага, порівняно з другим варіантом, оскільки він дає можливість звести до мінімуму розвантаження на вході конуса.



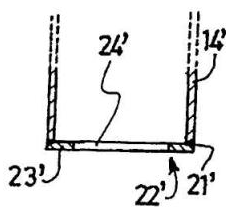
Фіг. 1



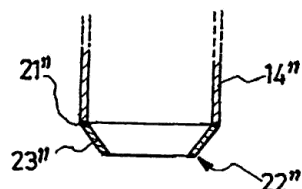
Фіг. 2



Фіг. 4



Фіг. 5



Фіг. 6