



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 87971

(13) C2

(51) МПК (2009)  
F01D 25/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) НЕРУХОМИЙ КІЛЬЦЕВИЙ КОМПОНЕНТ ГАЗОВОЇ ТУРБІНИ ТА СЕГМЕНТ НЕРУХОМОГО КІЛЬЦЕВОГО КОМПОНЕНТА

1

2

(21) а200504095

(22) 28.04.2005

(24) 10.09.2009

(31) 0404737

(32) 04.05.2004

(33) FR

(46) 10.09.2009, Бюл.№ 17, 2009 р.

(72) ЖАНДРО АЛЕН, FR, РУССЕН-МУАНЬЕ  
ДЕЛЬФІН, FR

(73) СНЕКМА, FR

(56) EP 1205637, 15.05.2002

EP 0492865, 01.07.1992

FR 2652858, 12.04.1991

EP 0692153, 20.01.1999

EP 0692152, 20.01.1999

US 5100291, 31.03.1992

EP 0541325, 12.05.1993

(57) 1. Нерухомий кільцевий компонент газової турбіни, що утворює оболонку, яка охоплює ротор газової турбіни й містить сегменти (16, 18), суміжні бічні грані (30, 40) яких сполучені у стик через засоби ущільнення, причому засоби ущільнення містять щонайменше одну осьову ущільнювальну вставку (42) і щонайменше одну радіальну ущільнювальну вставку (44), які розташовані відповідно в щонайменше одному осьовому пазу (26, 36) і в щонайменше одному радіальному пазу (28, 38), що передбачені один навпроти одного в суміжних бічних гранях сегментів, причому радіальний паз (28, 38) примикає щонайменше одним із своїх кінців до осьового паза (26, 36), який відрізняється тим, що осьовий паз (26, 36) кожного сегмента (16, 18) має глибину (P1), більшу ніж глибина (P2) радіального паза (28, 38), а осьова ущільнювальна

вставка (42) має ширину (L1), більшу ніж ширина (L2) радіальної ущільнювальної вставки (44).

2. Компонент за п. 1, який відрізняється тим, що виконаний у вигляді кільця турбіни високого тиску турбомашини.

3. Компонент за п. 2, який відрізняється тим, що бічні грані (30) кожного кільцевого сегмента (16) містять по два осьові пази (26), які розташовані з боку внутрішньої стінки (32a) і зовнішньої стінки (32b) і в яких розташовані осьові вставки, і по два радіальні пази (28), які розташовані з боку передньої стінки (34a) і задньої стінки (34b) і в яких розташовані радіальні вставки.

4. Компонент за п. 1, який відрізняється тим, що виконаний у вигляді перемички турбіни високого тиску турбомашини.

5. Компонент за п. 4, який відрізняється тим, що бічні грані (40) кожного сегмента (18) перемички містять по одному осьовому пазу (36), в якому розташована осьова вставка (42), і щонайменше по три радіальні пази (38), два з яких розташовані з боку передньої стінки (22a) і задньої стінки (22b), в яких розташовані радіальні вставки (44).

6. Сегмент (16, 18) нерухомого кільцевого компонента (12) газової турбіни, заявленого в будь-якому з пп. 1-5, в суміжних гранях якого розташовані осьові та радіальні пази, одні навпроти інших, для введення осьової та радіальної ущільнювальної вставки, який відрізняється тим, що осьовий паз (26, 36) має глибину (P1), більшу ніж глибина (P2) радіального паза (28, 38), а осьова ущільнювальна вставка (42) має ширину (L1), більшу ніж ширина (L2) радіальної ущільнювальної вставки (44).

Даний винахід належить до галузі нерухомих кільцевих компонентів (вузлів) газових турбін. Більш конкретно, він охоплює нерухомі кільцеві компоненти корпусів турбін високого тиску турбомашин, що складаються з сегментів, які сполучені у стик з використанням ущільнювальних перемичок, що вводяться в них.

В газовій турбіні, наприклад, у турбіні високого тиску турбомашини, робочі (рухомі) лопатки, які утворюють ротор, оточені нерухомим кільцевим корпусом, який утворює оболонку ротора. Таким чином, нерухомий кільцевий корпус утворює одну зі стінок каналу течії гарячих газів, що надходять з камери згоряння турбомашини і протікають через турбіну.

(13) C2

(11) 87971

(19) UA

Нерухомий кільцевий корпус може бути нерухомим кільцем турбіни, прикріпленим до статора турбіни за допомогою перемички. Як правило, кільце й перемичку такого нерухомого кільцевого корпусу виконано збірними, тобто складаються з декількох сегментів, сполучених у стик.

Оскільки даний нерухомий кільцевий компонент (тобто збірний кільцевий корпус) знаходиться в безпосередньому контакті з гарячими газами, що надходять з камери згоряння, необхідно забезпечити охолодження сегментів, з яких він складається. З цією метою повітря, яке забирається з іншої частини камери, циркулює в контурі охолодження, який передбачено в кожному із сегментів нерухомого кільцевого компонента, і виводиться в канал течії газів перед робочими лопатками турбіни.

Крім того, необхідно забезпечити герметичність з'єднання суміжних сегментів нерухомого кільцевого компонента, щоб запобігти витокам повітря, які призвели б до зниження ефективності охолодження цих сегментів. Відома технологія (зокрема, представлена в документах EP 1,147,354 та US5,709,530) для вирішення цієї задачі полягає у використанні ущільнювальних вставок, які введені між сусідніми сегментами. Такі вставки звичайно вводять в осьові й радіальні пази, що передбачені одні навпроти інших в суміжних бічних гранях сегментів. Вони дозволяють перекрити зазори, які існують між двома суміжними сегментами, і зменшити витoki повітря при будь-якому тепловому розширенні цих сегментів.

Радіальні і осьові пази, в яких розміщують ущільнювальні вставки, звичайно роблять суміжними, тобто такими, що сполучаються між собою. Таке розташування необхідно, оскільки ущільнювальні вставки повинні перекривати максимальну поверхню бічних граней сегментів для забезпечення оптимального рівня герметичності.

Проте, на практиці виявляється, що таке розташування пазів призводить до виникнення значних витоків повітря в місцях з'єднання осьових і радіальних пазів. Ці витoki проілюстровані на Фіг.5. На цьому кресленні частково зображено два сегменти 100, 100' нерухомого кільцевого компонента, кожен з яких оснащений осьовим пазом 102, 102' і радіальним пазом 104, 104'. Ущільнювальні вставки 106, 108 розташовані відповідно в осьових і радіальних пазах. Наявність між вставками і пазами зазора 110 обумовлена тим, що внаслідок дії на сегменти гарячих газів, які надходять з камери згоряння, сегменти піддаються тепловим розширенням і стисканням, які позначаються на розмірах зазора 112, який існує між двома сусідніми сегментами.

Внаслідок розподілу тиску в контурі охолодження сегментів 100, 100' в місцях з'єднання осьових пазів 102, 102' і радіальних пазів 104, 104' виникають витoki повітря (на кресленні ці витoki зображені пунктирними лініями). Такі витoki, зокрема, негативно позначаються на охолодженні сегментів і на к.к.д. турбіни.

Таким чином, задача, на вирішення якої направлений даний винахід, полягає в усуненні вказаних недоліків і в пропонуванні нерухомого кіль-

цевого компоненту газової турбіни, складові сегменти якого характеризуються особливою геометрією пазів і ущільнювальних вставок, що дозволяє зменшити витoki повітря між сусідніми сегментами.

Для вирішення поставленої задачі пропонується нерухомий кільцевий компонент, який утворює оболонку ротора газової турбіни і містить сегменти, суміжні бічні грані яких сполучені у стик через засоби ущільнення. Засоби ущільнення містять щонайменше одну осьову ущільнювальну вставку і щонайменше одну радіальну ущільнювальну вставку, які розташовані відповідно в щонайменше одному осьовому пазу і в щонайменше одному радіальному пазу, що передбачені один навпроти одного в суміжних бічних гранях сегментів. Радіальний паз при цьому примикає щонайменше одним із своїх кінців до осьового паза. Кільцевий сегмент за винаходом характеризується тим, що осьовий паз кожного сегмента має більшу глибину, ніж глибина радіального паза, а осьова ущільнювальна вставка має більшу ширину, ніж ширина радіальної ущільнювальної вставки.

Розміщення осьової ущільнювальної вставки в більш глибокому пазу дозволяє перекрити канали витоків, знайдені у відомих конструкціях. Таким чином, можна зменшити витoki повітря між двома суміжними сегментами, що дозволяє поліпшити їх охолодження. Крім того, з'являється можливість скоротити необхідну витрату охолоджуючого повітря при тому ж рівні охолодження і, отже, підвищити к.к.д. турбіни.

Інша перевага винаходу полягає в тому, що запобігання витоків повітря досягається без додавання додаткових деталей (наприклад, кутів), яке призвело б до збільшення маси кільцевого компоненту, не вимагає істотних модифікацій пазів і вставок і не створює додаткових труднощів в обслуговуванні.

Нерухомий кільцевий компонент може утворювати кільце турбіни високого тиску турбомашини. В цьому випадку бічні грані кожного кільцевого сегменту можуть містити по два осьові пази, які розташовані з боку внутрішньої стінки і зовнішньої стінки і в яких розташовані осьові вставки, і по два радіальні пази, які розташовані з боку передньої стінки і задньої стінки і в яких розташовані радіальні вставки.

Нерухомий кільцевий компонент може також бути перемичкою турбіни високого тиску турбомашини. В цьому випадку бічні грані кожного сегменту перемички можуть містити по одному осьовому пазу, в якому розташована осьова вставка і щонайменше по три радіальні пази (два з яких розташовані з боку передньої стінки і задньої стінки), в яких розташовані радіальні вставки.

Даний винахід також охоплює сегмент вищеприданого нерухомого кільцевого компоненту газової турбіни.

Короткий опис креслень

Інші властивості і переваги даного винаходу стануть зрозумілі з нижченаведеного опису, що містить посилання на додані креслення, які ілюструють приклад здійснення винаходу, що не вносить яких-небудь обмежень.

На кресленнях:

- Фіг.1 зображає в повздовжньому розрізі нерухомий кільцевий корпус турбіни високого тиску турбомашини за винаходом;

- Фіг.2 зображає в перспективі сегмент перемички нерухомого кільцевого корпусу за винаходом;

- Фіг.3 зображає в перспективі частину внутрішнього пристрою двох сегментів перемички за Фіг.2, що сполучених у стик;

- на Фіг.4 представлений розріз площиною IV-IV, що показана на Фіг.3;

- Фіг.5, описана вище, ілюструє недоліки відомого нерухомого кільцевого корпусу, що призводять до витоків.

Як показано на Фіг.1, турбіна 2 високого тиску турбомашини з повздовжньою віссю X-X містить, зокрема, робочі (рухомі) лопатки 4, які утворюють ротор і розташовані в кільцевому каналі 6 течії гарячих газів, що надходять з камери згоряння (не представлена). Направляючі (нерухомі) лопатки 8, які утворюють направляючий апарат високого тиску, також розташовані в каналі 6 течії газів перед робочими лопатками 4 відносно напрямку 10 течії газів.

Робочі лопатки 4 оточені нерухомим кільцевим компонентом 12, який утворює оболонку. Цей нерухомий кільцевий компонент є кільцем турбіни, прикріпленим до статора 14 турбіни за допомогою сегментів 18 перемички. Точніше, кільце турбіни складається з декількох кільцевих сегментів 16, які сполучені у стик. Наприклад, два кільцеві сегменти 16 можуть бути встановлені на одному сегменті 18 перемички.

Визначений таким чином нерухомий кільцевий компонент 12 містить контур циркуляції повітря, що дозволяє охолоджувати кільцеві сегменти 16 і сегменти 18 перемички, що зазнають дії гарячих газів, які надходять з камери згоряння.

З цією метою нерухомий кільцевий компонент 12 оснащений контуром охолодження. Отвір 20, який передбачено в передній радіальній стінці 22а кожного з сегментів 18 перемички, виходить в порожнину 24, утворену між статором 14 і сегментом 18 перемички. Повітря, що розподіляється в цій порожнині 24, надходить з іншої частини камери і потрапляє потім в контур охолодження сегменту 18 перемички і кільцевого сегменту або кільцевих сегментів 16, встановлених на ньому. Потім повітря виводиться в канал 6 течії гарячих газів перед робочими лопатками 4 турбіни.

Крім того, оскільки кільце і перемичку нерухомого кільцевого компоненту 12 розділено на сегменти, слід обмежити витoki повітря між двома сусідніми сегментами 16, 18.

З цією метою між двома сусідніми кільцевими сегментами 16 і між двома сегментами 18 перемички введені ущільнювальні елементи. Ці елементи утворені ущільнювальними вставками, розміщеними в осьових і радіальних пазах, що передбачені одні навпроти інших в суміжних бічних гранях сегментів 16, 18.

Під осьовими пазами мається на увазі орієнтовані пази, по суті, в осьовому напрямку, тобто вздовж повздовжньої осі X-X турбіни 2 високого

тиску. Аналогічним чином, під радіальними пазами мається на увазі орієнтовані пази, по суті, в радіальному напрямку, тобто перпендикулярно до повздовжньої осі X-X.

Таким чином, кожний з кільцевих сегментів 16 оснащений щонайменше одним осьовим пазом 26 і щонайменше одним радіальним пазом 28, які розташовані на його бічних гранях 30.

На Фіг.1 кожна з бічних граней 30 кільцевого сегменту містить два осьові пази 26 і два радіальні пази 28. Осьові пази можуть бути розташовані, наприклад, з боку внутрішньої стінки 32а і зовнішньої стінки 32b кільцевого сегменту 16. Радіальні ж пази 28 можуть бути розташовані, наприклад, з боку передньої осьової стінки 34а і задньої осьової стінки 34b кільцевого сегменту 16.

Таке розташування осьових пазів 26 і радіальних пазів 28 дозволяє ущільнювальним вставкам покрити велику поверхню бічних граней 30 кільцевого сегменту 16 для забезпечення оптимального рівня герметичності між двома сусідніми кільцевими сегментами.

Крім того, з цього оптимального розташування виходить, що два радіальні пази 28 примикають обома своїми кінцями до осьових пазів 26. Також можна передбачити конфігурацію, в якій радіальні пази 28 примикають до осьових пазів тільки одним своїм кінцем.

Аналогічним чином, кожний сегмент 18 перемички оснащений щонайменше одним осьовим пазом 36 і щонайменше одним радіальним пазом 38, які розташовані на його бічних гранях 40.

На Фіг.1 і 2 кожна з бічних граней 40 сегменту 18 перемички містить один осьовий паз 36 і три радіальні пази 38, два з яких розташовані з боку його передньої радіальної стінки 22а і задньої радіальної стінки 22b.

Внаслідок необхідності забезпечення оптимального розподілу осьових пазів 36 і радіальних пазів 38 по всій поверхні бічних граней 40 сегменту 18 перемички два з радіальних пазів 38 примикають одним із своїх кінців до осьового паза 36.

В осьових пазах 26, 36 і в радіальних пазах 28, 38 кільцевих сегментів 16 і сегментів 18 перемички розташовані ущільнювальні вставки, що дозволяють частково перекрити зазор, який існує між двома сусідніми сегментами, для обмеження витоків повітря.

Проте витoki повітря виникають також в точках з'єднання деяких осьових і радіальних пазів. Зокрема, витoki виникають на кільцевих сегментах 16 в точках з'єднань А і А' (Фіг.1) двох радіальних пазів 28 і осьового паза 26, передбаченого з боку зовнішньої стінки 32b. Аналогічним чином, витoki виникають на сегментах 18 перемички в точках з'єднань В і В' (Фіг.1) двох радіальних пазів 38 і осьового паза 36.

Для обмеження таких витоків згідно з винаходом передбачена конструкція, в якій осьовий паз або осьові пази 26, 36 бічних граней 30, 40 кожного кільцевого сегменту 16 і сегменту 18 перемички мають більшу глибину, ніж радіальний паз або радіальні пази 28, 38, а ущільнювальні вставки, розташовані в кожному з осьових пазів, мають

більшу ширину, ніж ущільнювальні вставки, що розташовані в кожному з радіальних пазів.

Під глибиною паза маєтсья на увазі глибина прорізки паза в матеріалі відповідного сегменту. Під шириною вставки маєтсья на увазі розмір вставки, що міститься між двома її бічними сторонами, якими вставка вводиться в пази.

Ця властивість, зокрема, проілюстрована на Фіг.2, яка зображає сегмент 18 перемички. На цьому кресленні добре видно, що в точці з'єднання В осьовий паз 36 має глибину Р1, більшу ніж глибина Р2 радіального паза 38, що примикає до осьового паза 36. Зрозуміло, що ця властивість відноситься також і до точок з'єднання В' сегменту 18 перемички, і до точок з'єднання А і А' кільцевого сегменту 16 (Фіг.1).

На Фіг.3 зображено два сусідні сегменти 18, 18' перемички, які сполучені у стик, а також з'єднання В осьового паза 36 і радіального паза 38. Ущільнювальна вставка 42 розташована в осьовому пазу 36, а ущільнювальна вставка 44 - в радіальному пазу 38.

З Фіг.3 і 4 добре видно, що осьова ущільнювальна вставка 42 має ширину L1, більшу ніж ширина L2 радіальної ущільнювальної вставки 44. Зрозуміло (хоча це і не проілюстровано на кресленні), що дане твердження відноситься також і до точки з'єднання В' сегменту 18 перемички, і до точок з'єднання А і А' кільцевого сегменту 16 (Фіг.1).

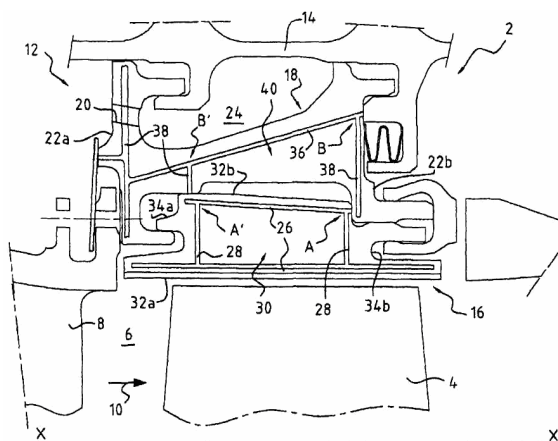
Таким чином, можна усунути витоки повітря в точках з'єднань осьових пазів 26, 36 і радіальних

пазів 28, 38 кільцевих сегментів 16 і сегментів 18 перемички. Зокрема, відносно сегментів 18 перемички можна відзначити, що тиск повітря, яке надходить в їх контур охолодження, вище з боку порожнин 24 (Фіг.1) ніж з боку каналу 6 течії газів. Тому повітря, що циркулює між двома сусідніми сегментами 18, 18' (Фіг.3), притискує осьову ущільнювальну вставку 42 до поверхонь осьового паза 36, на які вона спирається, запобігаючи тим самим витоку повітря через радіальні пази 38 в точці їх з'єднання з осьовим пазом. Таким чином, можливість витоку виключається.

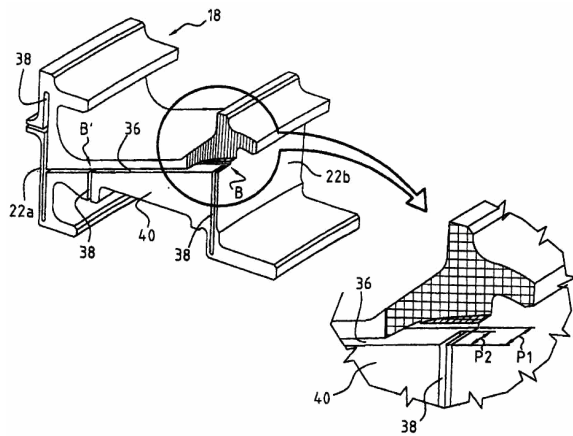
Зрозуміло, що ця особливість також відноситься до кільцевих сегментів 16, для яких тиск повітря, яке надходить в їх контур охолодження, вище з боку їх зовнішньої стінки 32b ніж з боку їх внутрішньої стінки 32a (Фіг.1).

Слід також зазначити, що, як видно з Фіг.4, між вставками 42, 44 і осьовими пазами 36 і радіальними пазами 38 існує зазор J. Цей зазор необхідний для врахування теплових розширень і скорочень сусідніх сегментів 18, 18' перемички (і, відповідно, кільцевих сегментів).

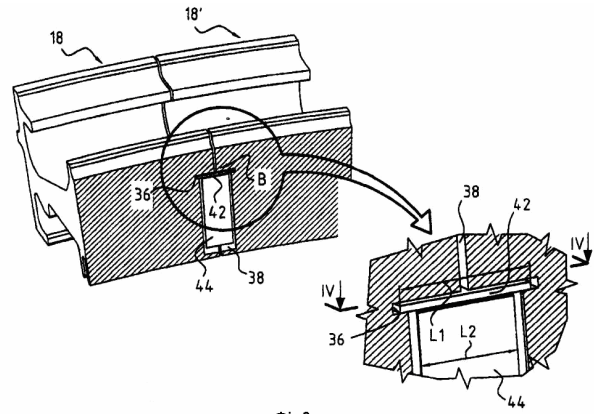
Описаний нерухомий кільцевий компонент є частиною турбіни високого тиску турбомашини. Зрозуміло, що даний винахід також відноситься до будь-яких інших типів сегментованих кілець, в яких необхідно забезпечити герметичність між сусідніми сегментами; наприклад, в направляючому апараті високого тиску турбомашини.



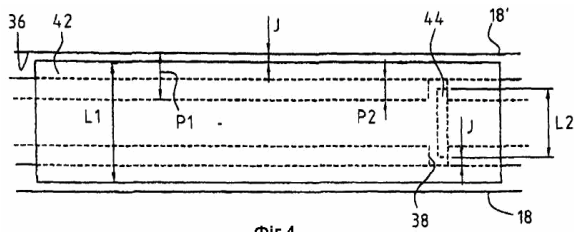
Фіг.1



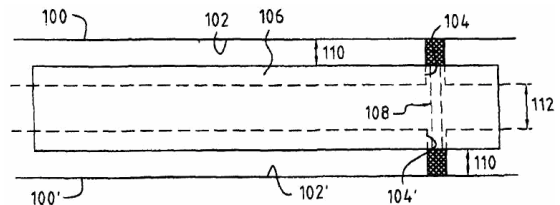
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5