



УКРАЇНА

(19) UA (11) 85164 (13) C2

(51) МПК (2006)

F01D 5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ПОЛІПШЕННЯ ЗДАТНОСТІ УТРИМАННЯ ЛОПАТКИ З КРІПЛЕННЯМ ТИПУ АСИМЕТРИЧНО-ГО МОЛОТКА

1

(21) 20040705399
(22) 06.07.2004
(24) 12.01.2009
(31) 0308295
(32) 07.07.2003
(33) FR
(46) 12.01.2009, Бюл.№ 1, 2009 р.
(72) ФОЛОНЬЄ КРИСТОФ, ЛЕЖАР КЛОД, МАС ЖЕРОМ, ПОНТУАЗО БРЮС, РЕГЕЗЗА ПАТРИК
(73) СНЕКМА
(56) UA 81901, 17.01.2005
GB 20097480, 03.11.1982
GB 2100809, 06.01.1983
GB 2280226, 25.01.1995
UA 57883, 15.07.2003
US 3165294, 28.12.1962
US 5236308, 17.08.1993
US 5443365, 22.08.1995
EP 695856, 07.02.1996
(57) Спосіб поліпшення здатності утримання лопатки (1) з кріпленням типу асиметричного молотка, яка простягається в конічному проточному тракті, ніжка (2) якої утримується в периферичній горловині (7) диска (12), причому вхідна (5) і вихідна (6) кромки горловини, які утворюють виступи (4а, 4b), розташовані в асиметричних площинах відносно

2

до площини, перпендикулярної осі обертання диска (12), на які спираються поверхні (3а, 3b) передньої й задньої бічних сторін ніжки (2); при цьому виступ (4а) вхідної кромки (5) з'єднаний у нижній частині (8) горловини (7) округленою поверхнею (9а), а передня бічна сторона поруч із округленою поверхнею містить хвостовик (11), розташований усередині геометричної окружності з радіусом (R) і центром на віртуальній осі обертання лопатки (1) в результаті впливу осьового навантаження, причому зазначена геометрична окружність відсікає у вхідній кромці (5) півмісяць певної товщини, який відрізняється тим, що змінюють з'єднання між виступом (4а) вхідної кромки (5) і нижньою частиною (8) горловини (7) за рахунок видалення матеріалу (20) диска, при цьому диск обладнаний лопатками (30), у яких передня бічна сторона (3а) має хвостовик (31), виконаний збільшеного об'єму, який відповідає збільшеному значенню товщини зазначеного півмісяця, причому видалення матеріалу та хвостовик (31) здійснені таким чином, що точка (32) хвостовика (31), найвіддаленіша від зазначеного центра вказаної окружності, віддалена від центра на відстань R1, що перевищує вказаний радіус R цієї окружності.

Винахід відноситься до лопаткових дисків турбомашини, розміщених у конічному проточному тракті таким чином, що вони утворюють останні ступені компресора низького тиску двовального двоконтурного турбореактивного двигуна з високим ступенем двоконтурності.

У турбореактивних двигунах з високим ступенем двоконтурності радіус проточного тракту первинного потоку зменшується від входу до виходу в компресорі низького тиску. Конусність проточного тракту дуже висока на рівні останніх ступенів. Лопатки ступенів простягаються в проточному тракті похило відносно площини, перпендикулярної осі обертання компресора, тобто похило відносно напрямку відцентрової сили.

Винахід відноситься, зокрема, до лопаткових дисків вищевказаного типу, у яких лопатки утримуються кріпленням молотоподібного типу в периферичній горловині диска, причому горловина обмежена вхідною і вихідною кромками, поверхні яких, з'єднані в нижній частині горловини, утворюють виступи, на які спираються бічними сторонами ніжки лопатки в робочому положенні турбомашини, і, крім того, зазначені виступи сприймають реактивні навантаження, результуюча яких знаходиться переважно в полі відцентрових сил.

Для досягнення зазначеного результату в [публікації EP 0 695 856] запропоновано кріплення типу асиметричного молотка, тобто припускається, що кут виступу вхідної кромки, що має найбільший діаметр, відносно площини, перпендикулярної осі

(13) C2

(11) 85164

(19) UA

обертання, перевищує кут, утворений виступом вхідної кромки і цієї площини. На Фіг.4В даного документа зображене з'єднання лопатка/диск у тому випадку, коли лопатка, що зазнає значних осьових навантажень, обертається навколо центру обертання С, утвореного кінцем виступу вхідної кромки. На Фіг.1 подана Фіг.4А з [публікації EP 0 695 856]. Позицією 1 позначена лопатка, ніжка 2 якої у формі "ластівчаного хвоста" має передню бічну сторону 3а і задню бічну сторону 3б, поверхні яких спираються на виступи 4а, 4б на внутрішніх сторонах вхідної кромки 5 і вихідної кромки 6, які обмежують горловину 7, утворену по периферії диска 12, і нижня частина 8 якої з'єднується з виступами 4а і 4б, відповідно, за допомогою округлених поверхонь 9а і 9б.

У разі значних осьових навантажень у результаті зіткнення з уламком на аеродинамічній частині лопатки 1, остання має тенденцію до обертання навколо верхнього кінця С виступу 4б вихідної кромки 6. Кінець 10 хвостовика 11 ніжки лопатки 1, найвіддаленіший від центру обертання С, змушений описувати геометричну окружність (С).

Виступ 4а вхідної кромки 5 знаходиться всередині геометричної окружності (С), а загальні поверхні геометричної окружності (С) і перерізу вхідної кромки 5 по площині, що включає вісь обертання диска, подані у формі півмісяця, максимальна товщина якого позначена ϵ .

Вважається очевидним, що за малої товщини ϵ і малого кута А, утвореного виступом 4а і дотичною до окружності (С) на кінці 10, деформації вхідної кромки 5 і хвостовика 11 у результаті значних осьових навантажень можуть викликати відрив лопатки 1.

Задачею винаходу є поліпшення здатності утримання вищеописаної лопатки з кріпленням на кшталт асиметричного молотка, яка простягається в кінцевому проточному тракті і ніжка якої утримується в периферичній горловині диска, причому зазначена горловина має в собі вхідну кромку і вихідну кромку, які утворюють виступи, розташовані в асиметричних площинах відносно до площини, перпендикулярної осі обертання зазначеного диска, і на які спираються поверхні передньої і задньої бічних сторін згаданої ніжки, при цьому виступ вхідної кромки з'єднаний біля основи зазначеної горловини округленою поверхнею, а передня бічна сторона поруч із згаданою округленою поверхнею містить у собі хвостовик, розташований усередині геометричної окружності (С) з радіусом (R) і центром на віртуальній осі обертання зазначеної лопатки в результаті впливу осьового навантаження, причому вказана геометрична окружність (С) відсікає у вхідній кромці півмісяць завтовшки ϵ .

Спосіб згідно з винаходом відрізняється тим, що:

а) змінюється з'єднання між виступом вхідної кромки і нижньою частиною горловини за рахунок видалення частини матеріалу вказаного диска, і

б) зазначений диск обладнується лопатками, в яких передня бічна сторона має об'ємніший хвостовик, що має збільшити величину радіуса R і величину відстані ϵ .

Надалі винахід пояснюється описом варіантів його здійснення з посиланнями на фігури супровідних креслень, серед яких:

Фіг.1 зображує в розрізі по площині, що проходить через вісь обертання, з'єднання лопатка/диск відповідно до попереднього рівня техніки в проточному тракті з сильною конусністю в тому випадку, коли лопатка має тенденцію до обертання поза горловиною диска в результаті впливу осьового навантаження,

Фіг.2, аналогічна до Фіг.1, зображує вдосконалення, внесені в горловину диска відповідно до винаходу, і

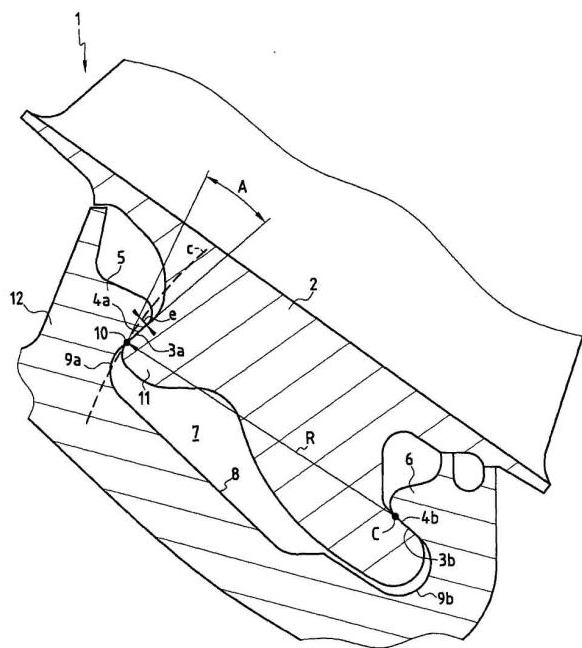
Фіг.3 зображує вдосконалення, внесені в ніжку лопатки відповідно до винаходу.

На Фіг.2 подана позицією 20 частина матеріалу, видаленого з диска 12 у зоні з'єднання 9а між виступом 4а вхідної кромки 5 і нижньою частиною 8 горловини 7. Цей матеріал може бути видалений, наприклад, фрезуванням або шліфуванням.

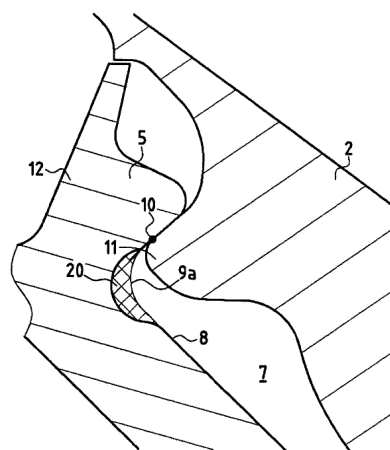
Видалення частини матеріалу дозволяє збільшити вільний простір під хвостовиком 11 лопатки відповідно до попереднього рівня техніки і замінити лопатку, зображену на Фіг.1, новою лопаткою 30, показаною на Фіг.3, що включає в себе більш об'ємний хвостовик 1, аніж такий 11 лопатки відповідно до попереднього рівня техніки. Лопатка 30, за винятком хвостовика 31, ідентична лопатці 1. Штрихпунктирною лінією на Фіг.3 показано переріз лопатки відповідно до попереднього рівня техніки.

Точка 32 хвостовика 31, найвіддаленіша від центру обертання С, відстоїть від зазначеного центру на відстань R1, що перевищує R, а геометрична окружність (С) з центром С і радіусом R1 відсікає у кромці 5 півмісяць із товщиною ϵ_1 , що перевищує товщину півмісяця, зображеного на Фіг.1, що істотно покращує здатність утримання модифікованої лопатки 1 у змінній горловині диска 12.

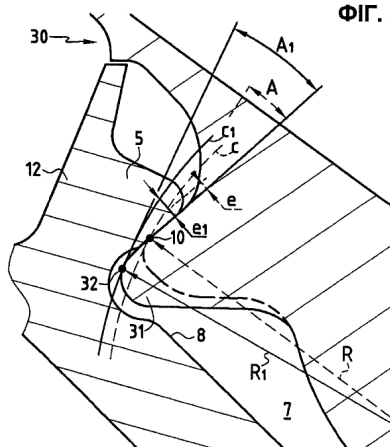
На Фіг.3 очевидно також, що кут А1, утворений дотичною до окружності (С1) у точці 32 і виступом 4а вхідної кромки 5, більший за відповідний кут А згідно з попереднім рівнем техніки. З Фіг.3 є очевидним, що незначні зміни, внесені в диск 12 і в лопатку, дозволяють значно збільшити величину кута А і товщину півмісяця.



ФІГ. 1



ФІГ. 2



ФІГ. 3