



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 71033

(13) C2

(51) 7 G01B7/14,F01D11/12

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

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ЗАЗОРІВ НА РІЗНИХ ГЛИБИНАХ АБРАЗИВНОГО ЗНОСУ

1

2

(21) 2002042756

(22) 28.06.2001

(24) 15.11.2004

(86) PCT/FR01/02051, 28.06.2001

(31) 00/08779

(32) 06.07.2000

(33) FR

(46) 15.11.2004, Бюл. № 11, 2004 р.

(72) Еро Жан-Луї, FR, Патрон Франк, FR

(73) СНЕКМА МОТЕР, FR

(56) BE 854 653

(57) 1. Пристрій для вимірювання зазорів на різних глибинах абразивного зносу між верхніми кромками рухомих лопаток лопаткового вінця і внутрішньою стінкою картера, в якому розміщений лопатковий вінець турбіни, що містить щуп, який виконаний з можливістю установки в радіальному положенні на картері і щонайменше один кінець якого виконаний з матеріалу, здатного витиратися від абразивної дії верхніх кромок лопаток, що обертаються, друковану схему, розташовану в середній площині щупа, через яку проходить вісь обертання лопаткового вінця, який **відрізняється** тим, що друкована схема містить множину суміжних U-подібних електричних ланцюгів (20а-20е), основи яких розташовані в безпосередній близькості від кінця щупа, здатного витиратися від абразивної дії

верхніх кромок лопаток, на різних глибинах (za-ze) по відношенню до контрольного рівня, що визначає внутрішню стінку картера.

2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що два суміжні електричні ланцюги мають загальну електричну гілку.

3. Пристрій за п. 2, який **відрізняється** тим, що глибини (za-ze) основ (22а-22е) зростають на величину заданого кроку між самим коротким бічним електричним ланцюгом (20а) і самим довгим бічним електричним ланцюгом (20е).

4. Пристрій за п. 2, який **відрізняється** тим, що зовнішня гілка (21а) самого короткого електричного ланцюга (20а) сполучена з першою електричною клемою, а інші гілки електричних ланцюгів сполучені з другою загальною електричною клемою через резистори (R) резисторного пучка.

5. Пристрій за п. 4, який **відрізняється** тим, що резистори (R) резисторного пучка мають однакову величину опору.

6. Пристрій за будь-яким з пп.4 або 5, який **відрізняється** тим, що перша і друга електричні клеми сполучені з електричним ланцюгом, що знаходиться за межами зонда і що містить засоби вимірювання еквівалентного повного опору резисторів електричних ланцюгів, яких не торкнулася абразія.

Даний винахід стосується пристрою для вимірювання зазору між верхніми кромками рухомих лопаток лопаткового вінця і внутрішньою стінкою картера, в якому встановлений вказаний лопатковий вінець турбіни.

При випробуванні турбін постійне спостереження за величиною зазору над рухомими лопатками є найважливішим параметром контролю за тепловим режимом турбіни для підвищення її характеристик.

При цьому зазор повинен бути як можна менше, і в той же час необхідно уникати тертя між кінцями лопаток і внутрішньою стінкою картера.

Лле, враховуючи, що оптимізація цього зазору шляхом розрахунків є надзвичайно складною через необхідність введення численних механічних або термічних коефіцієнтів, залишається лише вимірювати зазор між верхніми кромками лопаток і внутрішньою стінкою картера за допомогою датчиків.

Вимірювання зазору можна здійснювати безперервно під час роботи. У цьому випадку використовують датчики емнісного типу, що видають сигнали слабкої амплітуди.

Вимірювання зазору можна також здійснювати разовими вимірами крапково під час випробування

(13) C2

(11) 71033

(19) UA

або обслуговування. У цьому випадку, як правило, використовують щуп з абразивного матеріалу, що містить U-образний електричний ланцюг, основа якого знаходиться на деякій висоті над внутрішньою стінкою картера. При абразивному зносі основи щупа електричний ланцюг розмикається, і зазор стає меншим висоти відмітки, відповідної каліброваній глибині зазору. Такий датчик відрізняється достатньою міцністю, але він дозволяє отримати під час випробувань тільки одну величину зазору.

Однак часто під час одного і того ж випробування виникає необхідність у вимірюванні декількох величин зазору. Для цього по периферії лопаткового вінця турбіни встановлюють декілька датчиків підвищеної твердості, кожний з яких визначає калібровану глибину зазору.

Найближчим аналогом є патент BE854653, який стосується датчика несправжнього кола або зазору газової турбіни, і який був вказаний у звіті про міжнародний пошук. Пристрій, що розкритий в цьому патенті, закріплений на картері і містить U-подібний електричний ланцюг, основа якого містить місце зварювання, яке може торкатися верхньою лопаткою газової турбіни, датчик (електрична лампочка) протікання електричного струму по U-подібному електричному ланцюгу, датчик (вольтметр) визначення замикання на корпусі місця зварювання. Вказаний пристрій працює наступним чином. Коли лопатки не торкаються місця зварювання, лампочка горить і вольтметр показує наявність електричної напруги. Коли лопатки торкаються місця зварювання, це визначає замикання на корпус і вольтметр більше не показує наявності електричної напруги. Коли лопатки відкривають місце зварювання, лампочка датчика гасне. Вказаний пристрій дозволяє послідовно перевіряти, що зазор між вершинами лопаток і картером (циліндром) турбіни »^e зменшується нижче заздалегідь заданого значення, яке небезпечно для даної турбіни. Однак, пристрій не дозволяє виміряти величину вказаного зазору на відміну від винаходу, що заявляється.

В основу даного винаходу поставлена задача створення простого, надійного і недорогого пристрою для вимірювання зазорів на різних глибинах абразивного зносу, яке дозволяє проводити вимірювання декількох глибин зменшуваних зазорів.

Поставлена задача, згідно з даним винаходом досягається шляхом створення пристрою для вимірювання зазорів на різних глибинах абразивного зносу, яке містить щуп, який можна встановити радіально на картері і щонайменше один кінець якого виконаний з матеріалу, схильного до абразивного зносу при обертанні лопаток, друковану схему, розташовану в середній площині вказаного щупа, в якій знаходиться вісь обертання лопаткового вінця, при цьому вказана друкована схема містить множину суміжних U-образних електричних ланцюгів, основи яких розміщені на кінці щупа, здатному витиратися від абразивної дії верхніх кромки лопаток, і розташовані на глибинах, відмінних від контрольного рівня, що визначає внутрішню стінку картера, і засобу для визначення U-образних електричних ланцюгів, розімкнених при

абразивному зносі, і електричних ланцюгів, що не зазнали зносу.

Оскільки кожна основа знаходиться на каліброваній глибині зазору, пристрій дозволяє під час одного і того ж випробування виявити можливе зменшення зазору і визначити місцезнаходження верхніх кромки лопаток між двома каліброваними глибинами. При установці пристрою досить, щоб був точно позиціонований тільки один датчик, тоді як в попередньому рівні техніки необхідно точно позиціонувати декілька датчиків, кожний з яких містить тільки один U-образний електричний ланцюг.

Для того, щоб скоротити кількість струмопровідних ліній в друкованій схемі, два суміжні електричні ланцюги містять одну загальну гілку.

У переважному варіанті виконання основи щупів розташовуються на глибинах, що зростають на величину заданого кроку між самим коротким бічним електричним ланцюгом і самим довгим бічним електричним ланцюгом.

Щоб уникнути зайвої зовнішньої проводки щупа, зовнішню гілку самого короткого бічного електричного ланцюга з'єднують з першою електричною клемою, а інші гілки електричних ланцюгів з'єднують з другою електричною клемою через один з резисторів резисторного пучку.

Переважно всі резистори резисторного пучку характеризуються однаковим значенням опору. Клеми сполучені з електричним ланцюгом, що знаходиться за межами щупа і що містить засоби для вимірювання повного опору ланцюгів, яких не торкнулася абразія. Вимірювання повного опору дозволяє визначити кількість розімкнених найбільш довгих ланцюгів і тим самим визначити залишкову величину зазору між двома каліброваними глибинами.

Інші переваги і відмітні ознаки даного винаходу будуть більш зрозумілі з нижченаведеного опису, приведенного як приклад, з посиланням на прикладені креслення, на яких:

Фіг.1 зображає пристрій для вимірювання зазорів на різних глибинах абразивного зносу, що містить встановлений на картері щуп і сполучені з ним вимірювальні засоби, згідно з винаходом;

Фіг.2 – загальний вигляд щупа, згідно з винаходом;

Фіг.3 – друковану схему (вигляд спереду), згідно з винаходом;

Фіг.4 – щуп (розріз по середній площині, що проходить через вісь обертання лопаткового вінця, а також друкованої схеми, частково підданої абразивному зносу від впливу верхніх кромки лопаток), згідно з винаходом.

Робоче колесо 1 (Фіг.1) турбіни з віссю обертання X містить на своїй периферії лопатковий вінець 2, верхні кромки 3 якого знаходяться на відстані J, відповідній зазору, від внутрішньої стінки 4 картера 5 з віссю обертання X. В отворі 6 картера 5 встановлений щуп 7, сполучений за допомогою електричних провідників 8 з пристроєм 9 вимірювання зазору J.

Щуп 7 (Фіг.2) виконаний у вигляді циліндричного тіла, що складається з двох наївциліндрів 10a, і 10b, між якими за допомогою клею або під тиском

закріплена друкована схема 12. Обидва напівциліндри 10а і 10b виконані з матеріалу, здатного витиратися від абразивної дії верхніх кромок 3 лопаток 2, такого як тефлон або графіт.

Друковану схему 12 переважно виконують гнучкою і, можливо, багат шаровою. Нижній край 13 друкованої схеми 12 розташовують на кінці щупа 7 всередині картера 5.

Інший кінець 14 друкованої схеми виступає над верхньою стороною 15 щупа 7 і містить електричні клеми 16а, 16b для приєднання електричних провідників 8 (на Фіг.2 не показані).

Друкована схема 12 (Фіг.3) містить множину суміжних U-образних електричних ланцюгів 20а - 20е, що складаються з паралельних вертикальних струмопровідних гілок 21а - 21f, що мають різну довжину, що зростає у напрямі зліва направо і основ 22а - 22е, паралельних краю 13 щупа 7 і віддалених одна від одної по вертикалі на однакову величину кроку р. Кожна основа з'єднує нижній кінець лівої гілки зі суміжною з нею правою гілкою. Кожна з проміжних гілок 21b - 21e утворює електричну гілку, спільну для двох суміжних електричних ланцюгів.

Зовнішня гілка 21а самого короткого електричного ланцюга 20а сполучена з електричною клемою 16а. Кожна з інших гілок 21b - 21f сполучена з електричною клемою 16b через резистор R. Переважно всі резистори R мають однакове значення опору.

Цифрою 24 позначений контрольний рівень, паралельний краю 13. Таким чином, основи 22а - 22е електричних ланцюгів 20а - 20е відповідно розташовуються на глибинах за - ze відносно контрольного рівня 24.

На Фіг.4 показане положення щупа 7 в отворі 6 картера 5. Основа 22а електричного ланцюга 20а знаходиться в площині, розташованій, наприклад,

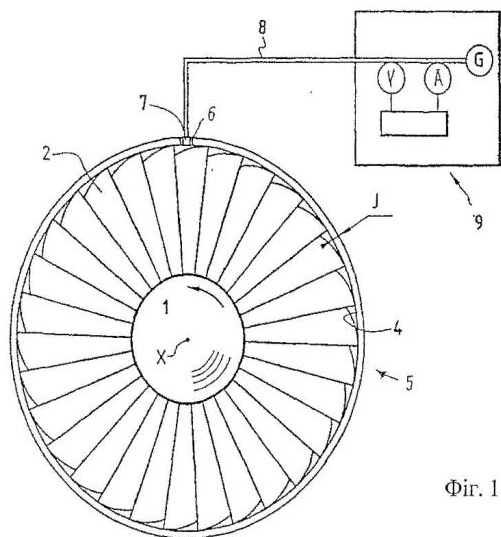
тангенціально по відношенню до внутрішньої стінки 4 картера 5. При цьому основи 22b - 22е інших електричних ланцюгів 20b - 20е відстоять від внутрішньої стінки 4 картера 5 на відстань, відповідно рівну r, 2r, 3r і 4r.

Якщо зазор J знаходиться між zd і ze, нижній кінець щупа 7 (показаний пунктирною лінією) зазнає абразивного зносу від тертя кінців 3 лопаток 2, що обертаються навколо осі X. Під дією абразії щуп 7 стирається і гілка 22е стирається. При цьому ланцюг 22е виявляється розімкненим, і струм не може пройти через резистор R, що знаходиться в крайньому правому положенні в резисторному пучку (Фіг.3).

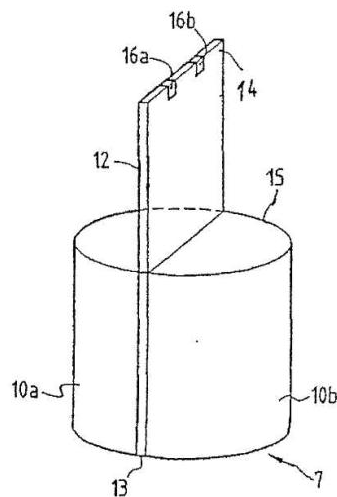
Якщо під час робочого випробування турбіни зазор J меншає і знаходиться між zc і ze, то буде стиратися вже основа 22d, і струм під час випробування буде проходити тільки через три резистори R. По мірі зменшення зазору J попередній процес повторюється для кожної з ланцюгів в порядку зменшення їх висоти.

Резистори R можуть бути виконані або у вигляді простих металевих провідників, або у вигляді нанесеного товстого струмопровідного шару. Резистори R забезпечують з'єднання щупа 7 з пристроєм 9 вимірювання зазору J за допомогою електричних провідників 8. Як правило, пристрій 9 вимірювання містить джерело G постійного струму, вольтметр V і амперметр A або просто омметр.

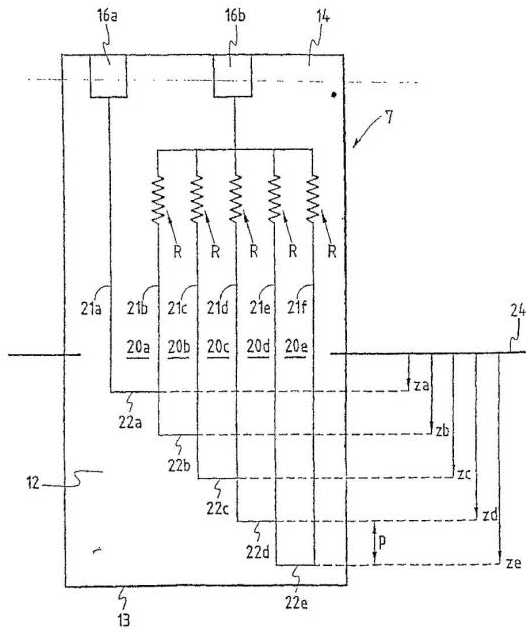
Відносини між значенням напруження V і значенням амперажу I дозволяють визначити значення повного опору Z системи резисторів R під час випробування і тим самим визначити кількість робочих електричних ланцюгів і кількість розімкнених електричних ланцюгів. При цьому легко визначають положення верхніх кромок 3 лопаток 2 відносно внутрішньої стінки 4 картера 5.



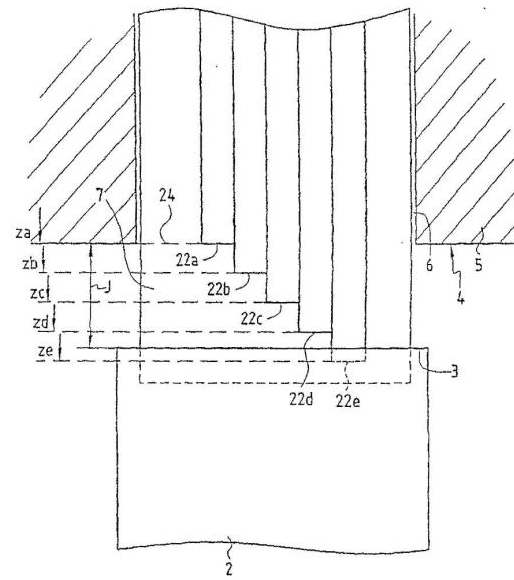
Фіг. 1



Фіг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4