



УКРАЇНА

(19) UA (11) 83466 (13) C2

(51) МПК (2006)

F01D 17/00

F01D 9/02

F01D 7/00

F01D 5/00

F04D 29/38

F03B 3/18 (2008.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

### (54) ВАЖІЛЬ КЕРУВАННЯ КУТОМ УСТАНОВКИ ЛОПАТКИ ТУРБОМАШИНИ

1

2

(21) а200500994

(22) 03.02.2005

(31) 04 01086

(32) 05.02.2004

(33) FR

(46) 25.07.2008, Бюл.№ 14, 2008 р.

(72) ЛЕЖАР КЛОД, ПОНТУАЗО БРЮС, СТАССЕН  
РІШАР, ТРІКОННЕ НІКОЛЯ

(73) СНЕКМА МОТЕР

(56) US 3788763 A, 29.01.1974

US 20030143067 A1, 31.07.2003

US 20030143066 A1, 31.07.2003

US 2002034439 A1, 21.03.2002

US 3841788 A, 15.10.1974

(57) 1. Важіль керування кутом установки лопатки в турбомашині, перший кінець якого змонтований на поворотній осі лопатки так, щоб обертати її, а другий кінець має циліндричний штифт, який встановлений на контрольному кільці, цей штифт фіксується шляхом обтиснення одного з його кінців в отворі другого кінця важеля і містить кільцеподібний фланець, до якого прикладається другий кінець важеля, причому засоби розподілу навантаження розташовані між другим кінцем важеля і обтиснутим кінцем штифта.

2. Важіль керування за п. 1, у якому засоби розподілу навантаження мають шайбу.

3. Важіль керування за п. 2, у якому шайба виготовлена з більш гнучкого матеріалу, ніж важіль керування.

4. Важіль керування за п. 3, у якому шайба виготовлена з полімерних матеріалів.

5. Важіль керування за п. 2, у якому шайба виготовлена з більш твердого матеріалу, ніж важіль керування.

6. Важіль керування за п. 5, у якому шайба виготовлена з полімеру або металу.

7. Важіль керування за п. 5, у якому шайба має плоску круглу поверхню, що прикладається до другого кінця важеля, і має опуклий або скошений кільцеподібний край на своїй зовнішній периферії.

8. Важіль керування за п. 2, у якому шайба має товщину близько одного міліметра.

9. Важіль керування за п. 2, у якому шайба має зовнішній діаметр, який дорівнює діаметру фланця штифта або трохи менший за нього.

10. Важіль керування за п. 1, у якому важіль виготовлений з титану, а штифт - зі сталі.

Цей винахід стосується важеля керування кутом установки лопатки в турбомашині, особливо ж, кутом випрямляча на ступені компресора турбомашини.

Регулювання кута установки деяких лопаток статора в турбомашині має на меті оптимізувати потужність цієї турбомашини і скоротити споживання палива в різних польотних конфігураціях. Це регулювання звичайно виконується на одному чи більше рядів лопаток за допомогою контрольного кільця, яке оточує статор турбомашини з його зовнішнього боку і обертається навколо поздовжньої

осі статора за допомогою таких привідних засобів, як силовий циліндр або електродвигун. Обертання кільця передається за допомогою важелів керування сполучного типу на лопатки ряду, при цьому кожний важіль керування кріпиться до лопатки на одному кінці, а на іншому кінці несе штифт, який знаходиться в кожусі циліндричної форми контрольного кільця.

Штифт вставляється в отвір кінця важеля і кріпиться до важеля шляхом обтиснення, ця операція полягає в сплюсненні кінця штифта на кінці важеля, який опирається на округлий фланець штифта.

(13) C2

(11) 83466

(19) UA

Ця операція викликає значне навантаження на тій ділянці важеля, на якій виконується обтиснення штифта, що робить її більш крихкою.

Під час регулювання кута установки лопаток важіль керування зазнає впливу згинальних сил на тому кінці, де встановлено штифт, який піддається зусиллям скручування.

Механічна міцність важеля знижується через операцію обтиснення штифта, і після певного періоду роботи турбомашини на важелі можуть виникнути тріщини і щілини, які можуть спричинити полом важеля керування, що в свою чергу може спричинити вихід з ладу турбомашини і повинно розглядатися як дуже серйозна аварійна ситуація.

Цей винахід має на меті усунення вказаної небезпеки, пов'язаної з поломом важелів керування.

У зв'язку з цим пропонується важіль керування кутом установки лопатки в турбомашині, у якому перший кінець важеля має бути змонтованим на осі повороту лопатки, щоб обертати її, а другий кінець, що містить циліндричний штифт, монтується на контрольному кільці; цей штифт фіксується шляхом обтиснення одного зі своїх кінців в отворі другого кінця важеля і має кільцеподібний фланець, до якого прикладається другий кінець важеля, причому засоби розподілу навантаження передбачаються між другим кінцем важеля і обтисненим кінцем штифта.

Отже, під час обтиснення штифта на важелі поверхня важеля більше не перебуває в прямому контакті з обтисненою частиною штифта, а обтискальні навантаження розподіляються на поверхні важеля, що достатньо для того, щоб не зробити важіль більш крихким.

Відповідно до характеристики винаходу, засоби розподілу навантаження мають шайбу. Вона дозволяє розподілити зусилля з обтиснення на достатній області поверхні і має перевагу в тому, що є простою і дешевою.

У першому варіанті винаходу шайба виготовляється з більш гнучкого матеріалу, ніж важіль керування. Це дозволяє шайбі поглинати навантаження з механічного обтиснення шляхом гнучкої деформації і ефективно захищати другий кінець важеля від будь-яких механічних дій під час обтиснення.

В іншому варіанті винаходу шайба виготовляється з більш твердого матеріалу, ніж важіль керування. Ця шайба менше піддається деформації в порівнянні з першим варіантом винаходу і краще розподіляє обтискальні навантаження.

Щоб зменшити небезпеку механічної дії другого кінця важеля, плоска кільцеподібна поверхня шайби, прикладена до другого кінця важеля, повинна мати опуклий або скошений кільцеподібний край на своїй зовнішній периферії.

Загалом, перевага даного винаходу полягає в простому, ефективному і недорогому способі, який дає можливість уникнути небезпеки руйнування важелів керування кутом установки випрямлячів ступенів компресора в турбомашині, що відбувається в результаті обтиснення штифтів на кінцях важелів.

Інші переваги і характеристики винаходу стануть більш очевидними після ознайомлення з на-

ступним описом необмежувальних зразків і з посиланнями на додані креслення, на яких:

Фіг.1 зображує частковий схематичний вигляд, що показує установку важеля керування кутом установки випрямляча на рівні компресора турбомашини згідно з попереднім рівнем техніки;

Фіг.2 і 3 - схематичні вигляди збоку, що показують обтиснення штифта на важелі керування згідно з попереднім рівнем техніки;

Фіг.4 - частковий схематичний вигляд першого варіанта важеля керування згідно з винаходом;

Фіг.5 - частковий схематичний вигляд другого варіанта важеля керування згідно з винаходом;

Фіг.6 і 7 - збільшений схематичний вигляд в осьовому розрізі шайби розподілу навантаження згідно з другим варіантом винаходу.

Показаний на Фіг.1 варіант здійснення винаходу становить частину ступеня 1 компресора високого тиску турбомашини, у якій кожний ступінь компресора містить установлений на статорі ряд лопаток 2 і ряд лопаток 3, які несе ротор.

Лопатки 2 статора є випрямлячами, розташування кутів яких регулюється за допомогою важелів 4 керування, що обертаються контрольним кільцем 5, яке приводиться в рух за допомогою силового циліндра або електродвигуна.

Кожний важіль 4 керування прикріплений кінцем 6 до радіальної осі 7 повороту лопатки 2, вісь 7 спрямовується в своєму обертанні в підшипнику 8, який встановлений в радіальному отворі кожуха 9. На іншому кінці 10 важеля 4 керування міститься штифт 11, обтиснений у напрямку до кінця 10 важеля 4 керування і спрямовується в своєму обертанні в циліндричній втулці 12 контрольного кільця 6.

Круговий рух контрольного кільця 5 навколо своєї осі підтверджується обертанням важелів 4 навколо поворотних осей 7 і обертанням лопаток 2 навколо цих осей.

Фіг.2, 3 показують обтискання штифта 11 на кінці 10 важеля керування на основі існуючої технології, штифт виготовляється зі сталі, а важіль - тіттану.

До обтискання штифт являє собою прямий елемент циліндричної форми, недалеко від одного з кінців якого виступає кільцеподібний фланець 13. Цей фланець 13 є опорою для кінця 10 важеля 4, що містить отвір, у якому закріплений верхній кінець 14 штифта. На цьому кінці штифта 11 зверху фланця 13 є циліндричний осьовий розточений отвір, призначений для обтискання штифта на кінці 10 важеля. Обтискання виконується шляхом пресової посадки відповідного інструмента в отвір у такий спосіб, щоб загнути вниз і розплющити верхній кінець 14 штифта на кінці 10 важеля, як показано на Фіг.3.

У ході обтискання кінець важеля 10, який прикладається до фланця 13 верхнього кінця 14 штифта, безпосередньо зазнає обтискального навантаження, що може зробити його більш крихким. У процесі роботи під час регулювання кута нахилу лопаток ці кінці важелів працюють у режимі напруження при згині, в той час як штифти працюють у режимі крутіння і зазнають вібрації турбомашини,

що робить важелі ще більш крижкими. Згодом це може спричинити руйнування кінця 10 важеля.

Даний винахід робить можливим усунення цього ризику за допомогою розподілу засобів навантаження між обтисненим кінцем штифта і кінцем 10 важеля 4 керування.

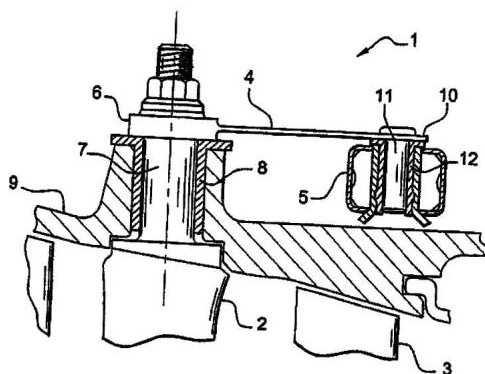
Фіг.4, 5 показують два варіанти здійснення цих засобів розподілу навантаження, утворених плоскими шайбами 16, 17 з кільцевою зовнішньою формою, яка показує осьовий кільцеподібний отвір 15, діаметр якого трохи більший за діаметр штифта 11. Товщина шайби має бути близько одного міліметра, і її зовнішній діаметр не повинен перевищувати діаметр фланця 13 штифта 11.

Під час реалізації винаходу за Фіг.4 шайба 16 складається з двох ідентичних паралельних плоских поверхонь і виготовлена з більш гнучкого матеріалу, ніж важіль 4, тобто з матеріалу, модуль Юнга якого менший, ніж у матеріалі важеля 4, який виготовляється, як правило, з титану. Шайба 16, виготовлена, наприклад, із полімеру, може плас-

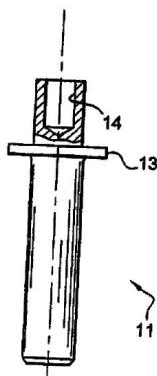
тично деформуватися в процесі обтиснення, не завдаючи шкоди важелю 4 керування та в процесі розподілу навантажень на кінці 10 важеля 4.

У другому варіанті згідно з винаходом, поданому на Фіг.5, розташовану між обтисненим кінцем штифта і важелем 4 шайбу 17 зроблено з матеріалу, модуль Юнга якого вищий, ніж у матеріалі важеля 4 керування. Цим матеріалом може бути, наприклад, полімер або метал. У цьому випадку, як показано в більшому масштабі на Фіг.6-7, поверхня 18 шайби 17 перебуває в контакті з кінцем 10 важеля 4 і сформована опуклим округленим краєм 19 на всій зовнішній периферії (Фіг.6) або скошеним зовнішнім краєм 20 (Фіг.7).

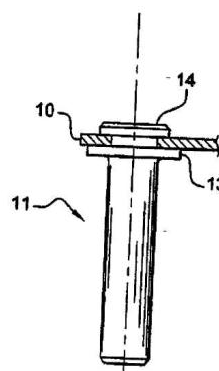
Така конфігурація шайби 17 дозволяє не створювати ніяких максимальних навантажень у важелі 4 на зовнішній периферії шайби під час обтиснення, опукла округлість 19 або скіс 20 дозволяють поступово зменшувати навантаження на матеріал важеля 4.



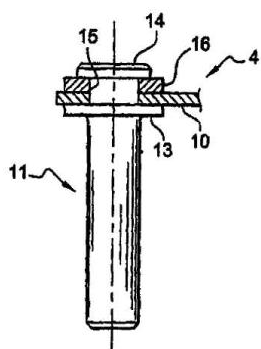
Фіг. 1



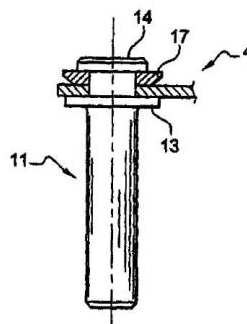
Фіг. 2



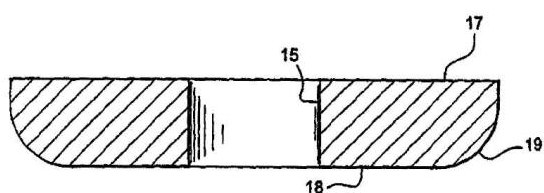
Фіг. 3



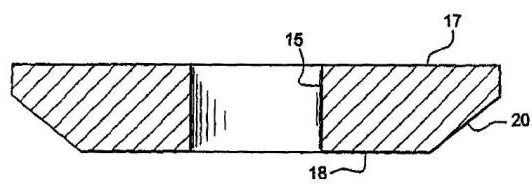
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7