



УКРАЇНА

(19) UA (11) 13423 (13) U
(51) МПК (2006)
F02K 3/00
G01M 7/02 (2006.01)
H02P 13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ВІБРАЦІЙНОГО ГОРІННЯ ПАЛИВА В КАМЕРІ ЗГОРЯННЯ ГАЗОТУРБІННОГО ДВИГУНА

1

(21) u200600778

(22) 30.01.2006

(24) 15.03.2006

(46) 15.03.2006, Бюл. № 3, 2006 р.

(72) Торхов Михайло Іванович, Лозня Сергій Володимирович, Дударев Євгеній Анатолійович, Налісний Микола Борисович, Мандра Анатолій Степанович

(73) Торхов Михайло Іванович

(57) Спосіб визначення вібраційного горіння палива в камері згоряння газотурбінного двигуна, який полягає в тому, що закріплюють на корпусі газотурбінного двигуна в контрольних точках у ділянці корпусу камери згоряння, який є чутливим до пульсацій, датчик вібрації, установлюють засіб обробки інформації, який виконано у вигляді перетворювача із широкосмуговими виходами, і підключають його до датчика вібрації, заміряють на працюючому двигуні за допомогою датчика вібрації в контрольних точках характеристики віброприскорення корпусу двигуна в процесі його роботи, проводять інтегрування сигналу віброприскорення для одержання віброшвидкості, формують за допомогою засобу обробки інформації сигнал, пропорційний середньоквадратичному значенню віброшвидкості в смузі частот, яка відповідає роторним гармонікам двигуна, подають в систему автоматичного керування або до іншого типу обладнання, яке призначене для обробки інформації, отриманий сигнал, пропорційний середньоквадратичному значенню віброшвидкості в смугах частот,

2

які відповідають роторним гармонікам двигуна, по якому судять про вихід ротора двигуна на підвищений вібраційний режим, який **відрізняється** тим, що встановлюють додаткову апаратуру контролю і підключають її до широкосмугового виходу засобу обробки інформації, виконують на працюючому двигуні в контрольних точках паралельно з виміром за допомогою датчика вібрації частотних характеристик вібрації ротора двигуна технологічні операції, при яких послідовно здійснюють вимірювання характеристик вібрації корпусу камери згоряння двигуна, одержують широкосмуговий сигнал віброприскорення, проводять за допомогою додаткової апаратури контролю інтегрування отриманого сигналу віброприскорення для одержання віброшвидкості, проводять вузькосмужний спектрально-аналіз, виділяють додаткові смуги частот, що відповідні віброгорінню, визначають середньоквадратичне значення вібрації корпусу камери згоряння у виділених смугах, формують за допомогою апаратури контролю сигнал, пропорційний середньоквадратичному значенню віброшвидкості в смузі частот, що відповідає гармонікам віброгоріння в камері згоряння, і подають до зазначеної системи автоматичного керування сигнал, пропорційний віброгорінню, по якому судять про вихід камери згоряння на вібраційний режим горіння, і який формується одночасно із сигналом про вихід ротора двигуна на підвищений вібраційний режим.

Корисна модель відноситься до галузі двигунобудування, зокрема, до способів визначення вібраційного режиму роботи конструктивних елементів газотурбінного двигуна, а саме, до способів визначення вібраційного горіння палива в камері згоряння газотурбінного двигуна.

Відомий спосіб визначення вібраційного режиму роботи конструктивних елементів газотурбінного двигуна, при якому закріплюють на корпусі газотурбінного двигуна датчик вібрації, установлюють засіб обробки інформації і підключають

його до датчика вібрації, заміряють на працюючому двигуні за допомогою датчика вібрації характеристики віброприскорення корпусу двигуна в процесі його роботи, проводять за допомогою засобу обробки інформації заходи щодо отримання сигналу, що пропорційний середньоквадратичному значенню віброшвидкості в смузі частот, яка відповідає роторним гармонікам двигуна, подають отриманий сигнал до обладнання, яке призначене для обробки інформації, по якому судять про вихід ротора двигуна на підвищений вібраційний режим [1].

(13) U

(11) 13423

(19) UA

До недоліків відомого способу визначення вібраційного режиму роботи конструктивних елементів газотурбінного двигуна відноситься те, що за допомогою датчика вібрації, встановленого на корпусі двигуна, отримують тільки сигнал, що пропорційний середньоквадратичному значенню віброшвидкості в смузі частот, яка відповідає роторним гармонікам двигуна. До недоліків відомого способу відноситься і те, що при цьому не визначають вихід камери згоряння на вібраційний режим горіння, а саме, при виконанні технологічного процесу контролю не виділяють зі смуги частот, яка відповідає роторним гармонікам двигуна, сигнал, що пропорційний середньоквадратичному значенню віброшвидкості, який відповідає гармонікам віброгоріння в камері згоряння.

Найбільш близьким технічним рішенням, як по суті, та і по задачах, що вирішуються, відноситься спосіб визначення вібраційного горіння палива в камері згоряння газотурбінного двигуна, який полягає в тому, що закріплюють на корпусі газотурбінного двигуна в контрольних точках у районі корпусу камери згоряння, який є чутливим до пульсацій, датчик вібрації, установлюють засіб обробки інформації, який виконано у вигляді перетворювача із широкосмужними виходами, і підключають його до датчика вібрації, заміряють на працюючому двигуні за допомогою датчика вібрації в контрольних точках характеристики віброприскорення корпусу двигуна в процесі його роботи, проводять інтегрування сигналу віброприскорення для одержання віброшвидкості, формують за допомогою засобу обробки інформації сигнал, що пропорційний середньоквадратичному значенню віброшвидкості в смузі частот, яка відповідає роторним гармонікам двигуна, подають в систему автоматичного управління або до іншого типу обладнання, яке призначене для обробки інформації, отриманий сигнал, що пропорційний середньоквадратичному значенню віброшвидкості в смугах частот, які відповідають роторним гармонікам двигуна, по якому судять про вихід ротора двигуна на підвищений вібраційний режим [2].

До недоліків відомого способу визначення вібраційного горіння палива в камері згоряння газотурбінного двигуна, що обраний за прототип, відноситься те, що за допомогою датчика вібрації, встановленого на корпусі двигуна, отримують тільки сигнал, який є пропорційним середньоквадратичному значенню віброшвидкості в смузі частот, яка відповідає роторним гармонікам двигуна, при цьому по сигналах вібрації двигуна не визначають вихід камери згоряння на вібраційний режим горіння, а саме, при виконанні технологічного процесу контролю, що є суттю відомого способу, не виділяють зі смуги частот, яка відповідає роторним гармонікам двигуна, сигнал, що пропорційний середньоквадратичному значенню віброшвидкості, який відповідає гармонікам віброгоріння в камері згоряння.

В основу корисної моделі покладена задача шляхом виміру вібрації корпусу камери згоряння двигуна забезпечити виділення зі смуги частот, яка відповідає роторним гармонікам двигуна, сигнал, що пропорційний середньоквадратичному значенню віброшвидкості, який відповідає гармоні-

кам віброгоріння в камері згоряння для визначення виходу камери згоряння на режим віброгоріння.

Суть корисної моделі в способі визначення вібраційного горіння палива в камері згоряння газотурбінного двигуна, який полягає в тому, що закріплюють на корпусі газотурбінного двигуна в контрольних точках у районі корпусу камери згоряння, який є чутливим до пульсацій, датчик вібрації, установлюють засіб обробки інформації, який виконано у вигляді перетворювача із широкосмужними виходами, і підключають його до датчика вібрації, заміряють на працюючому двигуні за допомогою датчика вібрації в контрольних точках характеристики віброприскорення корпусу двигуна в процесі його роботи, проводять інтегрування сигналу віброприскорення для одержання віброшвидкості, формують за допомогою засобу обробки інформації сигнал, що пропорційний середньоквадратичному значенню віброшвидкості в смузі частот, яка відповідає роторним гармонікам двигуна, подають в систему автоматичного управління або до іншого типу обладнання, яке призначене для обробки інформації, отриманий сигнал, що пропорційний середньоквадратичному значенню віброшвидкості в смугах частот, які відповідають роторним гармонікам двигуна, по якому судять про вихід ротора двигуна на підвищений вібраційний режим, полягає в тому, що встановлюють додаткову апаратуру контролю і підключають її до широкосмужного виходу засобу обробки інформації, виконують на працюючому двигуні в контрольних точках паралельно з виміром за допомогою датчика вібрації частотних характеристик вібрації ротора двигуна технологічні операції, при яких послідовно здійснюють вимір характеристик вібрації корпусу камери згоряння двигуна, одержують широкосмужний сигнал віброприскорення, проводять за допомогою додаткової апаратури контролю інтегрування отриманого сигналу віброприскорення для одержання віброшвидкості, проводять вузькосмужний спектральний аналіз, виділяють додаткові смуги частот, що відповідні віброгорінню, визначають середньоквадратичне значення вібрації корпусу камери згоряння у виділених смугах, формують за допомогою апаратури контролю сигнал, що пропорційний середньоквадратичному значенню віброшвидкості в смузі частот, що відповідає гармонікам віброгоріння в камері згоряння, і подають до зазначеної системи автоматичного управління сигнал, пропорційний віброгорінню, по якому судять про вихід камери згоряння на вібраційний режим горіння і який формується одночасно із сигналом про вихід ротора двигуна на підвищений вібраційний режим.

Порівняльний аналіз корисної моделі з прототипом показує, що спосіб визначення вібраційного горіння палива в камері згоряння газотурбінного двигуна, який заявляється, відрізняється тим, що встановлюють додаткову апаратуру контролю і підключають її до широкосмужного виходу засобу обробки інформації, виконують на працюючому двигуні в контрольних точках паралельно з виміром за допомогою датчика вібрації частотних характеристик вібрації ротора двигуна технологічні операції, при яких послідовно здійснюють вимір характеристик вібрації корпусу камери згоряння

двигуна, одержують широкосмужний сигнал віброприскорення, проводять за допомогою додаткової апаратури контролю інтегрування отриманого сигналу віброприскорення для одержання віброшвидкості, проводять вузькосмужний спектральний аналіз, виділяють додаткові смуги частот, що відповідні віброгорінню, визначають середньоквадратичне значення вібрації корпусу камери згоряння у виділених смугах, формують за допомогою апаратури контролю сигнал, що пропорційний середньоквадратичному значенню віброшвидкості в смузі частот, що відповідає гармонікам віброгоріння в камері згоряння, і подають до зазначеної системи автоматичного управління сигнал, пропорційний віброгорінню, по якому судять про вихід камери згоряння на вібраційний режим горіння і який формується одночасно із сигналом про вихід ротора двигуна на підвищений вібраційний режим.

Таким чином, спосіб визначення вібраційного горіння палива в камері згоряння газотурбінного двигуна, який заявляється, відповідає критерію корисної моделі «новизна».

Суть корисної моделі пояснюється за допомогою ілюстрацій, де

на Фіг.1 показана блок-схема послідовного виконання технологічних операцій, які складають суть способу визначення вібраційного горіння палива в камері згоряння газотурбінного двигуна, який заявляється,

на Фіг.2 показана структурна схема взаємозв'язку між собою обладнання, за допомогою якого здійснюється виконання технологічних операцій, що складають суть способу визначення вібраційного горіння палива в камері згоряння газотурбінного двигуна, який заявляється,

на Фіг.3 показана схема закріплення датчика вібрації на корпусі газотурбінного двигуна в контрольних точках у районі корпусу камери згоряння, який є чутливим до пульсацій горіння в камері згоряння,

на Фіг.4 показана осцилограма якісного складу гармонік в момент максимального середньоквадратичного значення віброшвидкості в смугах частот вібраційного режиму роботи газотурбінного двигуна.

Спосіб визначення вібраційного горіння палива в камері згоряння газотурбінного двигуна згідно з блок-схемою, показаною на Фіг.1, здійснюється наступним чином (з використанням обладнання (див. Фіг.2-3), за допомогою якого здійснюється виконання технологічних операцій, що складають суть способу визначення вібраційного горіння палива в камері згоряння газотурбінного двигуна, який заявляється).

Згідно з технологічним процесом контролю (див. Фіг.1) попередньо (як варіант виконання технологічного процесу контролю) закріплюють на корпусі 1 газотурбінного двигуна 2 в контрольних точках 3 у районі корпусу 4 камери згоряння, що чутливий до пульсацій, датчик вібрації 5. Після цього установлюють засіб 6 обробки інформації, який виконано у вигляді перетворювача із широкосмужними виходами, і підключають його до датчика вібрації 5 (див. Фіг.2-3).

Паралельно з цим (або після встановлення засобу 6 обробки інформації - як варіант конструк-

тивного виконання та послідовності виконання технологічного процесу) встановлюють додаткову апаратуру контролю 7 і підключають її до широкосмужного виходу зазначеного вище засобу 6 обробки інформації (див. Фіг.2-3).

Запускають газотурбінний двигун 2 (при цьому виконують технологічні операції, згідно з якими подають паливо за допомогою дозатора палива і/або регулятора витрати палива в камеру згоряння газотурбінного двигуна, виводять двигун на експлуатаційний режим роботи, та змінюють у процесі роботи двигуна подачу палива в камеру згоряння двигуна за допомогою дозатора палива і/або регулятора витрати палива).

На працюючому газотурбінному двигуні 2 заміряють за допомогою датчика вібрації 5 в контрольних точках 3 характеристики віброприскорення корпусу 1 двигуна 2 в процесі його роботи. Після заміру характеристик віброприскорення корпусу 1 двигуна 2 проводять інтегрування сигналу віброприскорення для одержання віброшвидкості. Продовжують технологічний процес тим, що формують за допомогою засобу 6 обробки інформації сигнал, що пропорційний середньоквадратичному значенню віброшвидкості в смузі частот, яка відповідає роторним гармонікам двигуна 2. Далі подають до системи автоматичного управління 8 (або до іншого типу обладнання, що призначене для обробки інформації [3]) отриманий сигнал 9 (див. Фіг.2), що пропорційний середньоквадратичному значенню віброшвидкості в смугах частот, які відповідають роторним гармонікам двигуна 2, по якому судять про вихід ротора двигуна 2 на підвищений вібраційний режим (див. Фіг.2 та Фіг.4).

У відповідності до технологічного процесу (див. Фіг.1), який покладено в основу способу визначення вібраційного горіння палива в камері згоряння газотурбінного двигуна, паралельно з виміром за допомогою датчика вібрації 5 частотних характеристик вібрації ротора двигуна 2, виконують на працюючому двигуні 2 в контрольних точках 3 технологічні операції, при яких послідовно роблять вимір характеристик вібрації корпусу 4 камери згоряння двигуна 2 (див. Фіг.2).

За даними виміру характеристик вібрації корпусу 4 камери згоряння двигуна 2 одержують широкосмужний сигнал віброприскорення.

Після цього проводять за допомогою додаткової апаратури контролю 7 інтегрування отриманого сигналу віброприскорення для одержання віброшвидкості (див. Фіг.2).

Продовжують технологічний процес тим, що проводять вузькосмужний спектральний аналіз широкосмужного сигналу віброприскорення (див. Фіг.4), в якому по смузі зафіксованих вібродатчиком 5 частот вібраційного режиму роботи газотурбінного двигуна (див. Фіг.4), виділяють додаткові смуги частот, що відповідні віброгорінню (позиція А, Фіг.4), та смуги частот, які відповідають роторним гармонікам двигуна 2 (позиція Б, Фіг.4).

У виділених смугах частот (див. позиції А і Б, Фіг.4) визначають середньоквадратичне значення вібрації корпусу 4 камери згоряння, формують за допомогою додаткової апаратури контролю 7 сигнал, що пропорційний середньоквадратичному значенню віброшвидкості в смузі частот, що відпо-

відає гармонікам віброгоріння в камері згоряння, і подають до зазначеної вище системи автоматичного управління 8 сигнал 10, пропорційний віброгорінню, по якому судять про вихід камери згоряння на вібраційний режим горіння і який формується одночасно із сигналом 9 про вихід ротора двигуна 2 на підвищений вібраційний режим.

Таким чином, використовуючи один і той же датчик вібрації 5 отримують інформації не тільки про вихід ротора двигуна 2 на підвищений вібраційний режим, але і про вихід камери згоряння на вібраційний режим горіння.

Підвищення ефективності застосування способу визначення вібраційного горіння палива в камері згоряння газотурбінного двигуна, що заявляється, у порівнянні з прототипом, досягається шляхом виділення зі смуг частот вібрації двигуна, які фіксуються датчиком вібрації, що встановлений на корпусі зазначеного двигуна, а саме, на корпусі камери згоряння, сигнал, який пропорційний сере-

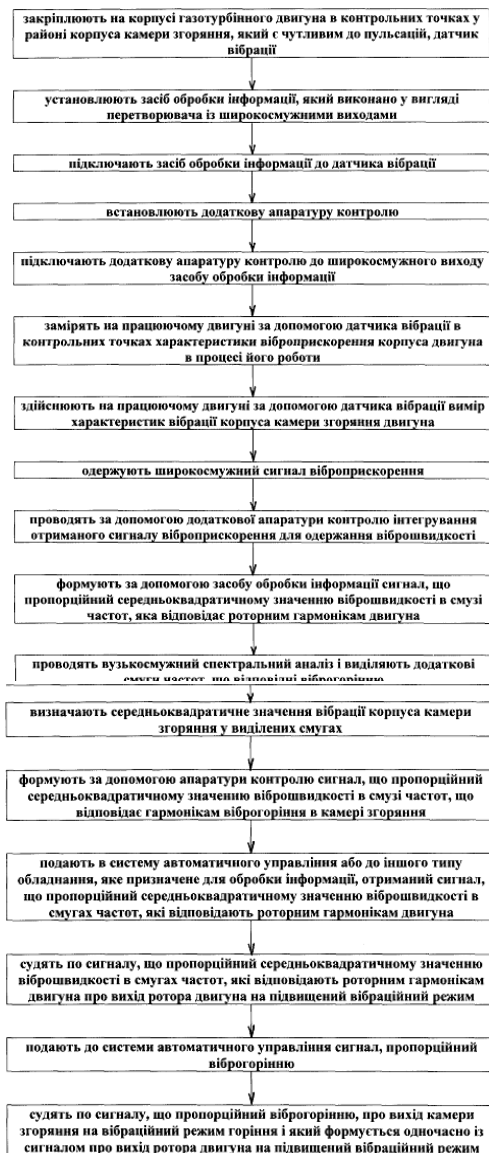
дньоквадратичному значенню віброшвидкості в смузі частот, що відповідає гармонікам віброгоріння в камері згоряння.

Джерела інформації:

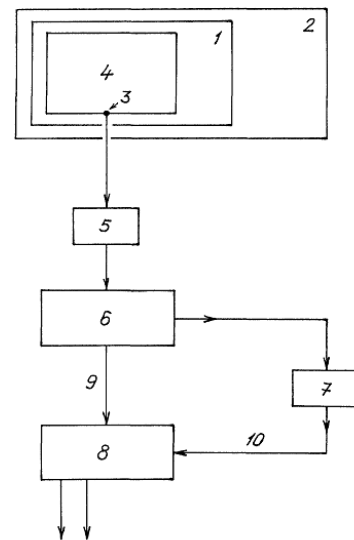
1. Б.А.Пономарев «Настоящее и будущее авиационных двигателей». Ордена Трудового Красного Знамени военное издательство Министерства обороны СССР, М., 1982, стор.139 - аналог.

2. Н.А.Максимов, В.А.Секистов. «Двигатели самолетов и вертолетов. Основы устройства и летной эксплуатации». Ордена Трудового Красного Знамени военное издательство Министерства обороны СССР, М., 1977, §11.4. Колебания роторов и корпусов ГТД. Стор.220-224 - прототип.

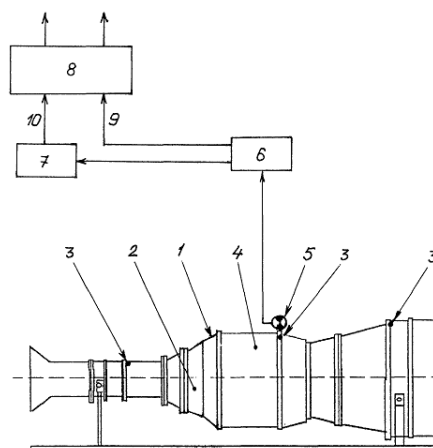
3. Ю.М.Терещенко «Испытания реактивных двигателей и их элементов» (учебное пособие). Издательство КВВАИУ, Киев, 1973, Глава II. Измерительные приборы и устройства. Методика измерений. Стор.11-66.



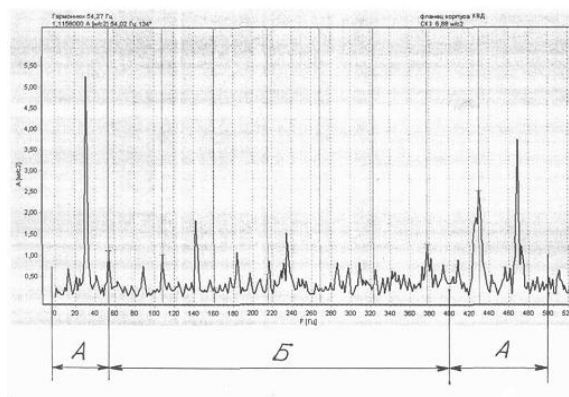
Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фиг. 4