РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 426 902** (13) **C2**

(51) МПК
F02C 7/06 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: **2009130014/06, 05.08.2009**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.08.2009

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **05.08.2009**

(43) Дата публикации заявки: **10.02.2011** Бюл. № 4

(45) Опубликовано: **20.08.2011** Бюл. № 23

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2160435 C2, 10.12.2000. RU 1434283 A1, 30.10.1988. SU 679828 A, 15.08.1979. SU 297883 A, 01.01.1971. JP 2007086060 A, 05.04.2007. FR 2666894 A1, 20.03.1992.**

Адрес для переписки:
129301, Москва, ул. Касаткина, 13, НТЦ им. А. Люльки ОАО "НПО "Сатурн", СПиИС

(72) Автор(ы):
Канахин Юрий Александрович (RU),
Марчуков Евгений Ювенальевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Открытое акционерное общество "Научно-производственное объединение "Сатурн" (ОАО "НПО "Сатурн") (RU)

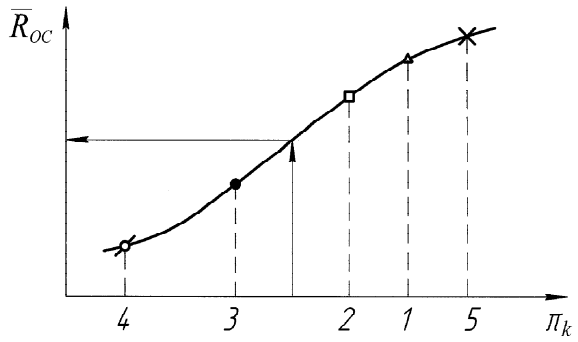
RU 2426902 C2

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСЕВОЙ НАГРУЗКИ, ДЕЙСТВУЮЩЕЙ НА УПОРНЫЙ ПОДШИПНИК РОТОРА АВИАЦИОННОГО ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

(57) Реферат:

Способ определения осевой нагрузки, действующей на упорный подшипник ротора авиационного газотурбинного двигателя, относится к измерениям сил, действующих на силовые элементы конструкции газотурбинного двигателя во время его эксплуатации и при его доводке, в частности к замерам сил на упорном подшипнике, и позволяет снизить трудоемкость определения осевой нагрузки на упорный подшипник при обеспечении требуемого уровня достоверности ее определения. Способ включает определение осевой нагрузки, действующей на упорный подшипник ротора авиационного газотурбинного двигателя на нескольких режимах работы двигателя, измерение $R_{ос}$, $P_{ВХ}*$ и $P_{ВЫХ}*$ для трех режимов работы двигателя, построение зависимости $\bar{R}_{ос} = R_{ос} / P_{ВХ}* = \varphi(\pi_k)$, принятие этой зависимости в качестве универсальной для данного типа двигателя, определение для заданного режима работы двигателя $P_{ВХ}*$ и π_k, используя универсальную зависимость $\bar{R}_{ос} = R_{ос} / P_{ВХ}* = \varphi(\pi_k)$ вынесения суждения о величине осевой нагрузки, действующей на упорный подшипник, на заданном режиме работы двигателя, где $\bar{R}_{ос}$ - приведенная осевая нагрузка на осевой подшипник, $R_{ос}$ - абсолютное значение осевой нагрузки на упорный подшипник для заданного режима работы двигателя, $P_{ВХ}*$ - полное давление на входе в компрессор, $P_{ВЫХ}*$ - полное давление на выходе из компрессора, $\pi_k=P_{ВЫХ}*/P_{ВХ}*$ - степень сжатия компрессора. 1 з.п.ф-лы, 2 ил.

RU 2426902 C2



Фиг. 1

RU 2426902 C2

RU 2426902 C2

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 426 902** (13) **C2**

(51) Int. Cl.
F02C 7/06 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2009130014/06, 05.08.2009**

(24) Effective date for property rights:
05.08.2009

Priority:
(22) Date of filing: **05.08.2009**

(43) Application published: **10.02.2011** Bull. 4

(45) Date of publication: **20.08.2011 Bull. 23**

Mail address:
129301, Moskva, ul. Kasatkina, 13, NTTs im. A. Ljul'ki OAO "NPO "Saturn", SPiIS

(72) Inventor(s):
Kanakhin Jurij Aleksandrovich (RU),
Marchukov Evgenij Juvenal'evich (RU)

(73) Proprietor(s):
Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo "Nauchno-proizvodstvennoe ob"edinenie "Saturn" (OAO "NPO "Saturn") (RU)

(54) METHOD FOR DETERMINING AXIAL LOAD ACTING ON THRUST BEARING OF ROTOR OF AIRCRAFT GAS TURBINE ENGINE

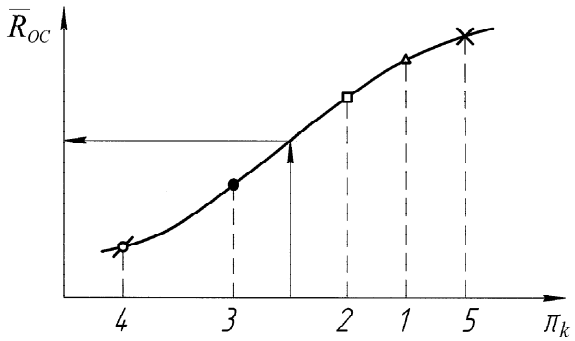
(57) Abstract:

FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: method for determining axial load acting on thrust bearing of rotor of aircraft gas turbine engine refers to measurements of forces acting on load-carrying elements of gas turbine engine design during its operation and at its refining, namely to measurements of forces on thrust bearing, and allows reducing labour intensity for determination of axial load on thrust bearing at providing the required accuracy level of its determination. Method involves determination of axial load acting on thrust bearing of rotor of aircraft gas turbine engine in several operating modes of engine, measurement of R_{ax}, P_{in*} and P_{out*} for three engine operating modes, build-up of ratio $R_{ax} = R_{ax} / P_{in*} = \varphi(\pi_k)$ of acceptance of this ratio as universal for engine of this type, determination of P_{in*} and π_k for the specified engine operating mode, and by using universal ratio $R_{ax} = R_{ax} / P_{in*} = \varphi(\pi_k)$ the value of axial load acting on thrust bearing is estimated in the specified engine operating mode, where: R_{ax} - corrected axial load on axial bearing, R_{ax} - absolute value of axial load on thrust bearing for the specified engine operating mode, P_{in*} - total pressure at compressor inlet, P_{out*} - total pressure at compressor outlet, $\pi_k = P_{out*}/P_{in*}$ - compressor compression degree.

EFFECT: higher efficiency.

2 dwg



Фиг. 1

RU 2426902 C2

RU 2426902 C2

Изобретение относится к способам определения осевой нагрузки, действующей на упорный подшипник ротора проектируемого или находящегося в эксплуатации авиационного газотурбинного двигателя.

Известен способ определения осевой нагрузки, действующей на упорный подшипник ротора авиационного газотурбинного двигателя, включающий ее определение на нескольких режимах работы двигателя расчетным путем (см. Г.С.Скубачевский «Авиационные газотурбинные двигатели. Конструкция и расчет деталей.», М., Машиностроение, 1969, стр.27-39). Такой способ обладает не очень высокой достоверностью из-за достаточно большого количества допущений при расчетах осевой нагрузки. Чаще всего этот способ применяется при проектировании новых авиационных двигателей для сравнения различных вариантов их силовых схем. Сам способ хотя и достаточно прост, однако приходится считать множество вариантов и режимов работы двигателя. Особенно возрастает число необходимых расчетов по этому способу для современных, многорежимных авиационных двигателей.

Известен также способ определения осевой нагрузки, действующей на упорный подшипник ротора, преимущественно авиационного газотурбинного двигателя, включающий прямое измерение осевой нагрузки, например, тензометрированием (патент РФ №2160435, МПК G01L 5/12, опубл. 10.12.2000 г.). Достоверность такого способа определения осевой нагрузки достаточна для точного определения осевой нагрузки, действующей на упорный подшипник.

Однако это самый трудоемкий и дорогой способ, так как требует, во-первых, доработки самой опоры ротора и, во-вторых, двигатель должен отработать на всех режимах не только на стенде при условиях нулевой скорости и нулевой высоты полета, но и должен отработать на высотно-скоростном стенде, имитирующем полет на объекте. Кроме того, этот способ неприемлем для определения осевой нагрузки, действующей на упорный подшипник двигателя в условиях его эксплуатации на объекте, так как с переделанной опорой двигатель сможет работать очень ограниченное время.

С другой стороны, существует настоятельная необходимость в знании осевой нагрузки, действующей на упорный подшипник ротора каждого находящегося в эксплуатации двигателя, так как эта величина определяет долговечность подшипника и, следовательно, надежность и ресурс всего авиационного двигателя. Надо отметить, что при эксплуатации двигателя «по техническому состоянию» необходимо знать осевую нагрузку, действующую на упорный подшипник во время всего полета объекта с этим двигателем.

Задачей изобретения является снижение трудоемкости определения осевой нагрузки на упорный подшипник при обеспечении требуемого уровня достоверности ее определения.

Указанная задача достигается тем, что в способе определения осевой нагрузки, действующей на упорный подшипник ротора авиационного газотурбинного двигателя, включающем ее определение на нескольких режимах работы двигателя, измеряют R_{oc}, P_{BX}^* и $P_{BЫX}^*$ для трех режимов работы двигателя, строят зависимость $\bar{R}_{oc} = R_{oc}/P_{вх}^* = \varphi(\pi_k)$, принимают эту зависимость в качестве универсальной для данного типа двигателя, для заданного режима работы двигателя определяют P_{BX}^* и π_K и, используя универсальную зависимость $\bar{R}_{oc} = R_{oc} / P_{BX}^* = \varphi(\pi_k)$, судят о величине осевой нагрузки, действующей на упорный подшипник, на заданном режиме

работы двигателя, где

$\bar{R}_{oc}$ - приведенная осевая нагрузка на осевой подшипник,

R_{oc} - абсолютное значение осевой нагрузки на упорный подшипник для заданного режима работы двигателя,

P_{BX}* - полное давление на входе в компрессор,

$P_{ВЫХ}$*- полное давление на выходе из компрессора,

$\pi_k=P_{вых}*/P_{вх}*$ - степень сжатия компрессора.

Для многороторных авиационных газотурбинных двигателей осевую нагрузку, действующую на упорные подшипники роторов, определяют раздельно.

Новым здесь является то, что измеряют R_{oc}, P_{BX}* и $P_{ВЫХ}$* для трех режимов работы двигателя, строят зависимость $\bar{R}_{oc} = R_{oc}/P_{вх}^* = \varphi(\pi_k)$, принимают эту зависимость в качестве универсальной для данного типа двигателя, для заданного режима работы двигателя определяют P_{BX}* и π_k и, используя универсальную зависимость $\bar{R}_{oc} = R_{oc} / P_{вх}* = \varphi(\pi_k)$, судят о величине осевой нагрузки, действующей на упорный подшипник, на заданном режиме работы. Это стало возможным ввиду того, что экспериментально было установлено, что построенная по замерам на трех режимах работы двигателя зависимость $\bar{R}_{oc} = R_{oc}/P_{вх}^* = \varphi(\pi_k)$ носит универсальный характер для данного типа двигателя и все замеры на разных режимах работы двигателя ложатся на эту кривую. Используя эту универсальную зависимость, зная π_k и P_{BX}* на интересующем нас режиме всегда можно определить значение осевой силы, действующей на упорный подшипник на этом конкретном режиме. Это позволяет значительно снизить трудоемкость определения осевой нагрузки, действующей на упорный подшипник, так как достаточно произвести замеры осевой нагрузки лишь на трех режимах работы двигателя.

Для многороторных авиационных газотурбинных двигателей осевую нагрузку, действующую на упорные подшипники роторов, определяют раздельно по причине того, что для каждого независимого компрессора значения P_{BX}* и π_k свои.

На фиг.1 показана зависимость $\bar{R}_{oc} = R_{oc}/P_{вх}^* = \varphi(\pi_k)$.

На фиг.2 показана область эксплуатационных режимов работы авиационного двигателя.

Способ реализуют следующим образом.

Препарируют опору ротора экспериментального авиационного газотурбинного двигателя под прямой замер осевой нагрузки. На наземном стенде при H=0 и скорости набегающего потока M=0 при снятии дроссельной характеристики от режима «малого газа» до «максимала» измеряют R_{oc}, $P_{вх}$*, $P_{вых}$*. По результатам измерений строят зависимость $\bar{R}_{oc} = R_{oc}/P_{вх}^* = \varphi(\pi_k)$ (см. фиг.1). Принимают эту зависимость в качестве универсальной для данного типа двигателя. Для заданного режима работы двигателя определяют $P_{вх}$*, $P_{вых}$* и π_k. По зависимости $\bar{R}_{oc} = R_{oc}/P_{вх}^* = \varphi(\pi_k)$ и известному значению π_k снимают значение $\bar{R}_{oc}$ и расчитывают значение

$R_{oc} = \bar{R}_{oc} x P_{вх}^*$.

Возможно также получение зависимости $\bar{R}_{oc} = \varphi(\pi_k)$ на высотно-скоростных

стендах, оснащенных барокамерами, при этом производят измерение $R_{ос}$, $P_{вх}$*, $P_{вых}$*, π_k на нескольких режимах, например, в точках 2, 3, 4, 5, по которым строят зависимость $\bar{R}_{ос} = \varphi(\pi_k)$ (см. фиг.1 и фиг.2).

Реализация изобретения позволяет снизить трудоемкости определения осевой нагрузки на упорный подшипник при обеспечении требуемого уровня достоверности ее определения. Изобретение носит универсальный характер и пригодно и на стадии доводки реального двигателя, и на стадии эксплуатации двигателя на объекте, например, когда двигатель эксплуатируется по «техническому состоянию» и мы, в этом случае, должны иметь постоянные данные о нагрузках, действующих на упорный подшипник.

Формула изобретения

1. Способ определения осевой нагрузки, действующей на упорный подшипник ротора авиационного газотурбинного двигателя, включающий ее определение на нескольких режимах работы двигателя, отличающийся тем, что измеряют $R_{ос}$, $P_{вх}$* и $P_{вых}$* для трех режимов работы двигателя, строят зависимость $\bar{R}_{ос} = R_{ос} / P_{вх}* = \varphi(\pi_k)$, принимают эту зависимость в качестве универсальной для данного типа двигателя, для заданного режима работы двигателя определяют $P_{вх}$* и π_k и используя универсальную зависимость $R_{ос} = \bar{R}_{ос} / P_{вх}* = \varphi(\pi_k)$, судят о величине осевой нагрузки, действующей на упорный подшипник на заданном режиме работы двигателя, где

$\bar{R}_{ос}$ - приведенная осевая нагрузка на осевой подшипник,

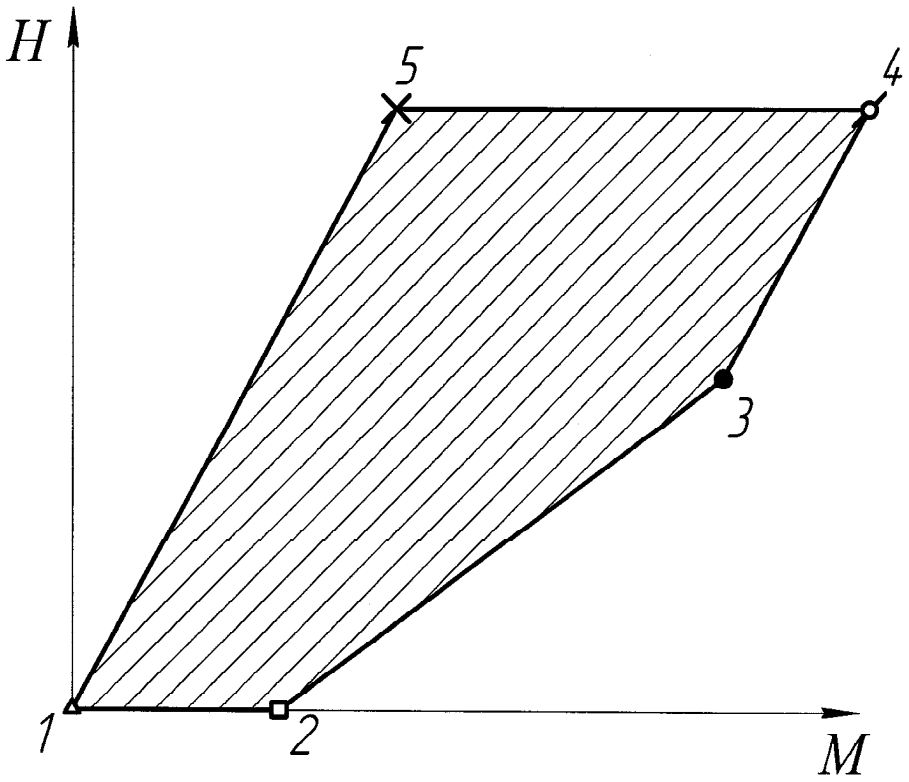
$R_{ос}$ - абсолютное значение осевой нагрузки на упорный подшипник для заданного режима работы двигателя,

$P_{вх}$* - полное давление на входе в компрессор,

$P_{вых}$* - полное давление на выходе из компрессора,

$\pi_k = P_{вых}*/P_{вх}*$ - степень сжатия компрессора.

2. Способ определения осевой нагрузки по п.1, отличающийся тем, что для многороторных авиационных газотурбинных двигателей осевую нагрузку, действующую на упорный подшипник конкретного ротора, определяют раздельно.



Фиг. 2