



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013144107/06, 01.10.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
01.10.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 01.10.2013

(45) Опубликовано: 20.11.2014 Бюл. № 32

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: ДМИТРЕНКО А.И. и др. Разработка турбонасосных агрегатов для современных кислородно-керосиновых двигателей с дожиганием окислительного генераторного газа. Международный научный журнал "Космонавтика", N1-2, 2012, с.42-49, рис.1, 3. RU 2175407 C2, 27.10.2001. RU 2395706 C1, 27.07.2010. US 5529464 A, 25.01.1996. US 3176620 A, 06.04.1965

Адрес для переписки:

394006, г.Воронеж, ул. Ворошилова, 20, Открытое акционерное общество "Конструкторское бюро химавтоматики", начальнику отдела

(72) Автор(ы):

Дмитренко Анатолий Иванович (RU),  
Иванов Андрей Владимирович (RU),  
Кравченко Анатолий Георгиевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

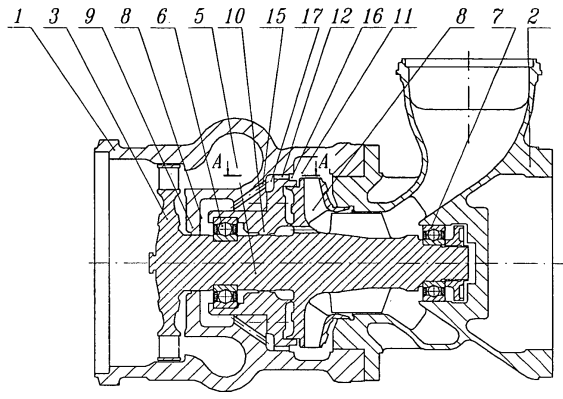
Открытое акционерное общество  
"Конструкторское бюро химавтоматики"  
(RU)

## (54) ТУРБОНАСОСНЫЙ АГРЕГАТ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области турбомашиностроения, а именно к высокооборотным высоконапорным центробежным насосам, и может быть использовано в области ракетостроения, в турбонасосных агрегатах (ТНА) жидкостных ракетных двигателей (ЖРД). ТНА состоит из турбины и насоса, рабочие колеса которых установлены на одном валу, опирающемся на подшипники, уплотнений, отделяющих полость

одного из подшипников от насоса и турбины. Полость подшипника соединена с полостью выхода из рабочего колеса с помощью профилированных каналов, вход в которые расположен под острым углом к окружной скорости рабочего тела. Изобретение направлено на обеспечение надежной работы ТНА в составе ЖРД за счет надежного разделения насоса и турбины на всех режимах работы при высокой экономичности ТНА. 6 з.п. ф-лы, 2 ил.



Фиг. 1

RU 2 5 3 3 5 9 5 C 1

RU 2 5 3 3 5 9 5 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*F04D 13/04* (2006.01)  
*F04D 29/58* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013144107/06, 01.10.2013

(24) Effective date for property rights:  
01.10.2013

Priority:

(22) Date of filing: 01.10.2013

(45) Date of publication: 20.11.2014 Bull. № 32

Mail address:

394006, g.Voronezh, ul. Voroshilova, 20, Otkrytoe  
aktsionernoe obshchestvo "Konstruktorskoe bjuro  
khimavtomatiki", nachal'niku otdela

(72) Inventor(s):

**Dmitrenko Anatolij Ivanovich (RU),  
Ivanov Andrej Vladimirovich (RU),  
Kravchenko Anatolij Georgievich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo  
"Konstruktorskoe bjuro khimavtomatiki" (RU)**

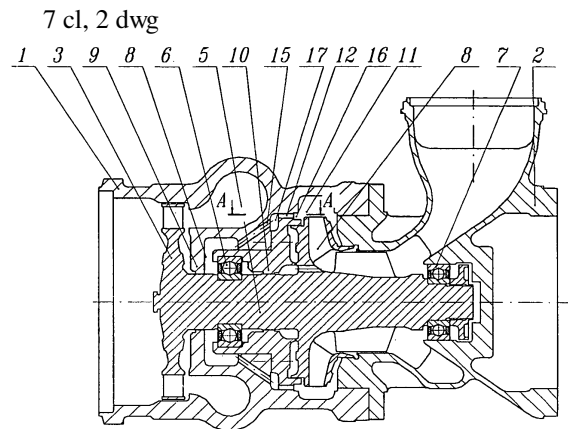
(54) **TURBOPUMP UNIT**

(57) Abstract:

FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: invention relates to turbomachinery, particularly to high-rpm high-pressure rotary pumps to be used in turbopump units of liquid-propellant rocket engines. Turbopump unit consists of the turbine and pump working wheels of which are fitted on common shaft running in bearings, and seals separating the cavity of one of bearings from pump and turbine. Said cavity is connected with working wheel outlet cavity via shaped channels, their inlet is arranged at acute angle to working fluid peripheral speed.

EFFECT: reliable operation in liquid-propellant rocket engine, higher efficiency.



Фиг. 1

RU 2 533 595 C1

RU 2 533 595 C1

Изобретение относится к области турбомашиностроения, а именно к высокооборотным высоконапорным центробежным насосам, и может быть использовано в области ракетостроения, в турбонасосных агрегатах (ТНА) жидкостных ракетных двигателей (ЖРД).

5 В ТНА двигателей с дожиганием давление газа в полости турбины существенно выше давления в полости разгрузочных отверстий крыльчатки насоса, что требует подвода в полость между насосом и турбиной жидкости с давлением, превышающим  
10 давление в смежной полости турбины. Прорыв газа высокого давления из полости турбины в полость насоса приводит к повреждению и потере работоспособного состояния подшипников из-за их недостаточного охлаждения, а попадание газа в проточную часть насоса приводит к его кавитационному срыву. Это служит причиной аварийного прекращения работы жидкостного ракетного двигателя. Таким образом, при разработке и эксплуатации ЖРД особого внимания заслуживает система разделения  
15 полостей насоса и турбины ТНА, основной задачей которого является исключение возможности прорыва газа из турбины в насос при минимальном снижении экономичности ТНА, то есть обеспечивать минимальные утечки рабочей жидкости из полости насоса в полость турбины.

Известен турбонасосный агрегат, содержащий насос, турбину, уплотнения, отделяющие насос и турбину, подшипник насосной опоры, подшипник турбинной  
20 опоры. (Дмитренко А.И., Иванов А.В., Кравченко А.Г., Момотов В.И., Савин А.А., Глебов В.А. Разработка турбонасосных агрегатов для современных кислородно-керосиновых двигателей с дожиганием окислительного генераторного газа // Международный научный журнал «Космонавтика». №1-2, 2012. - С.42-49, рис.1, 3; Иванов А.В., Белоусов А.И., Дмитренко А.И. Турбонасосные агрегаты кислородно-  
25 водородных ЖРД. Воронеж: ГОУВПО ВГТУ, 2011. 283 с, рис.162 (стр.188) - прототип.)

Такой турбонасосный агрегат применительно к жидкостному ракетному двигателю обладает следующими недостатками.

Отбор жидкости из-за насоса приводит к существенному снижению экономичности насоса, а конструкция такого отбора сложна. Если разность давления между полостями  
30 насоса и турбины более 30%, подвод жидкости выполняется после рабочего колеса насоса через отверстия в корпусе, выполненные параллельно оси насоса. Однако такой отбор может не обеспечивать надежного разделения на запуске, останове и режимах регулирования.

Задачей предлагаемого изобретения является устранение указанных недостатков.

35 Технический эффект достигается тем, что в турбонасосном агрегате, состоящем из турбины и насоса, рабочие колеса которых установлены на одном валу, опирающемся на подшипники, уплотнений, отделяющих полость одного из подшипников от насоса и турбины, полость подшипника соединена с полостью выхода из рабочего колеса с помощью профилированных каналов, вход в которые расположен под острым углом  
40 к окружной скорости рабочего тела. На входе в профилированные каналы может быть выполнен кольцевой коллектор. После профилированных каналов могут быть выполнены перепускные отверстия или каналы. На входе в профилированные каналы может быть выполнен кольцевой коллектор, а после профилированных каналов - перепускные отверстия или каналы. После профилированных каналов могут быть  
45 выполнены перепускные отверстия или каналы, а между профилированными каналами и перепускными отверстиями - кольцевой коллектор. На входе в профилированные каналы может быть выполнен кольцевой коллектор, после профилированных каналов - перепускные отверстия или каналы, а между профилированными каналами и

перепускными отверстиями - кольцевой коллектор.

Предлагаемый турбонасосный агрегат жидкостного ракетного двигателя представлен на фиг.1; на фиг.2 - сечение А-А на фиг.1, где 1 - турбина; 2 - насос; 3 - рабочее колесо турбины; 4 - крыльчатка насоса; 5 - вал; 6, 7 - подшипник; 8 - полость подшипника; 9 - уплотнение между полостью подшипника и турбиной; 10 - уплотнение между полостью подшипника и насосом; 11 - полость выхода из крыльчатки насоса; 12 - профилированные каналы; 13 - угол входа в профилированный канал; 14 - окружная скорость рабочего тела; 15 - перепускные отверстия; 16, 17 - кольцевой коллектор.

Турбонасосный агрегат (фиг.1) состоит из турбины 1 и насоса 2, рабочего колеса турбины 3, крыльчатки насоса 4, вала 5, подшипников 6, 7, системы уплотнений между насосом и турбиной. Система уплотнений состоит из уплотнения 9, отделяющего полость подшипника от турбины, полости подшипника 8, уплотнения 10 между подшипником и насосом. Полость подшипника 8 соединена с полостью выхода из крыльчатки насоса 11 с помощью профилированных каналов 12. На входе в профилированные каналы может быть выполнен кольцевой коллектор 16. После профилированных каналов могут быть выполнены перепускные отверстия 15 или каналы. После профилированных каналов 12 могут быть выполнены перепускные отверстия 15 или каналы, а между профилированными каналами и перепускными отверстиями - кольцевой коллектор 17.

При работе турбонасосного агрегата турбина 1 приводит во вращение насос 2, при этом рабочее колесо турбины 3 и крыльчатка насоса 4 вращаются с одинаковой угловой скоростью, так как установлены на одном валу 5, опирающемся на подшипники 6, 7. Жидкость из полости выхода из крыльчатки насоса 11 через профилированные каналы 12 поступает в полость подшипника 8, ограниченную уплотнениями со стороны турбины 9 и насоса 10. Угол входа жидкости в профилированные каналы 13 расположен под острым углом к окружной скорости рабочего тела 14. При этом обеспечивается надежное разделение полостей насоса и турбины, так как выбором угла входа 13 и профилированием каналов 12 можно добиться использования не только статической составляющей давления за крыльчаткой насоса, но и частично преобразовать динамический напор в статическое давление, что особенно важно на переходных режимах работы; а за счет использования уплотнений - минимальное влияние утечек на экономичность агрегата. Для обеспечения более равномерного подвода жидкости к профилированным каналам на воде в них может быть выполнен кольцевой коллектор 16. Для более удобного подвода жидкости в полость подшипника после профилированных каналов 12 или кольцевого коллектора 16 могут быть выполнены перепускные отверстия 15 или каналы, а между профилированными каналами и перепускными отверстиями для выравнивания потока - кольцевой коллектор 17. Для обеспечения более равномерного подвода жидкости к подшипнику после перепускных каналов может быть выполнен коллектор с перепускными отверстиями или каналами.

Таким образом, в турбонасосном агрегате обеспечивается надежное разделение насоса и турбины на всех режимах работы при высокой экономичности агрегата, что обеспечивает надежность работы ТНА в составе жидкостного ракетного двигателя.

#### Формула изобретения

1. Турбонасосный агрегат, состоящий из турбины и насоса, рабочие колеса которых установлены на одном валу, опирающемся на подшипники, уплотнений, отделяющих полость одного из подшипников от насоса и турбины, отличающийся тем, что полость подшипника соединена с полостью выхода из рабочего колеса с помощью профилированных каналов, вход в которые расположен под острым углом к окружной

скорости рабочего тела.

2. Турбонасосный агрегат по п.1, отличающийся тем, что на входе в профилированные каналы выполнен кольцевой коллектор.

5 3. Турбонасосный агрегат по п.1, отличающийся тем, что после профилированных каналов выполнены перепускные отверстия или каналы.

4. Турбонасосный агрегат по п.1, отличающийся тем, что на входе в профилированные каналы выполнен кольцевой коллектор, а после профилированных каналов выполнены перепускные отверстия или каналы.

10 5. Турбонасосный агрегат по п.1, отличающийся тем, что после профилированных каналов выполнены перепускные отверстия или каналы, а между профилированными каналами и перепускными отверстиями выполнен кольцевой коллектор.

15 6. Турбонасосный агрегат по п.1, отличающийся тем, что на входе в профилированные каналы выполнен кольцевой коллектор, после профилированных каналов выполнены перепускные отверстия или каналы, а между профилированными каналами и перепускными отверстиями выполнен кольцевой коллектор.

20 7. Турбонасосный агрегат по п.1, отличающийся тем, что на входе в профилированные каналы выполнен кольцевой коллектор, после профилированных каналов выполнены перепускные отверстия или каналы, между профилированными каналами и перепускными отверстиями выполнен кольцевой коллектор, на выходе из перепускных каналов выполнен коллектор с перепускными отверстиями или каналами.

25

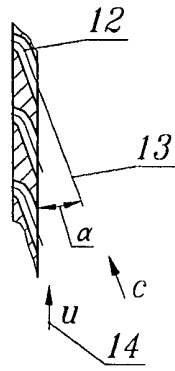
30

35

40

45

A-A  $\rightarrow$



Фиг. 2