



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
F02K 9/97 (2022.08)

(21)(22) Заявка: 2021126324, 06.09.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.09.2021

Дата регистрации:
11.01.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 06.09.2021

(45) Опубликовано: 11.01.2023 Бюл. № 2

Адрес для переписки:

199034, Санкт-Петербург, Университетская
наб., 7/9, Университет, Главное Управление
защиты и использования интеллектуальной
собственности, Матвееву А.А., Матвеевой Т.И.

(72) Автор(ы):

Жижин Евгений Владимирович (RU),
Ревегук Анастасия Андреевна (RU),
Кольчев Алексей Васильевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский
государственный университет" (СПбГУ)
(RU),
Общество с ограниченной ответственностью
"ТЭОС" (ООО "ТЭОС") (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2511800 C1, 10.04.2014. RU
2610873 C2, 17.02.2017. RU 106666 U1, 20.07.2011.
US 3270501 A, 29.01.1962.

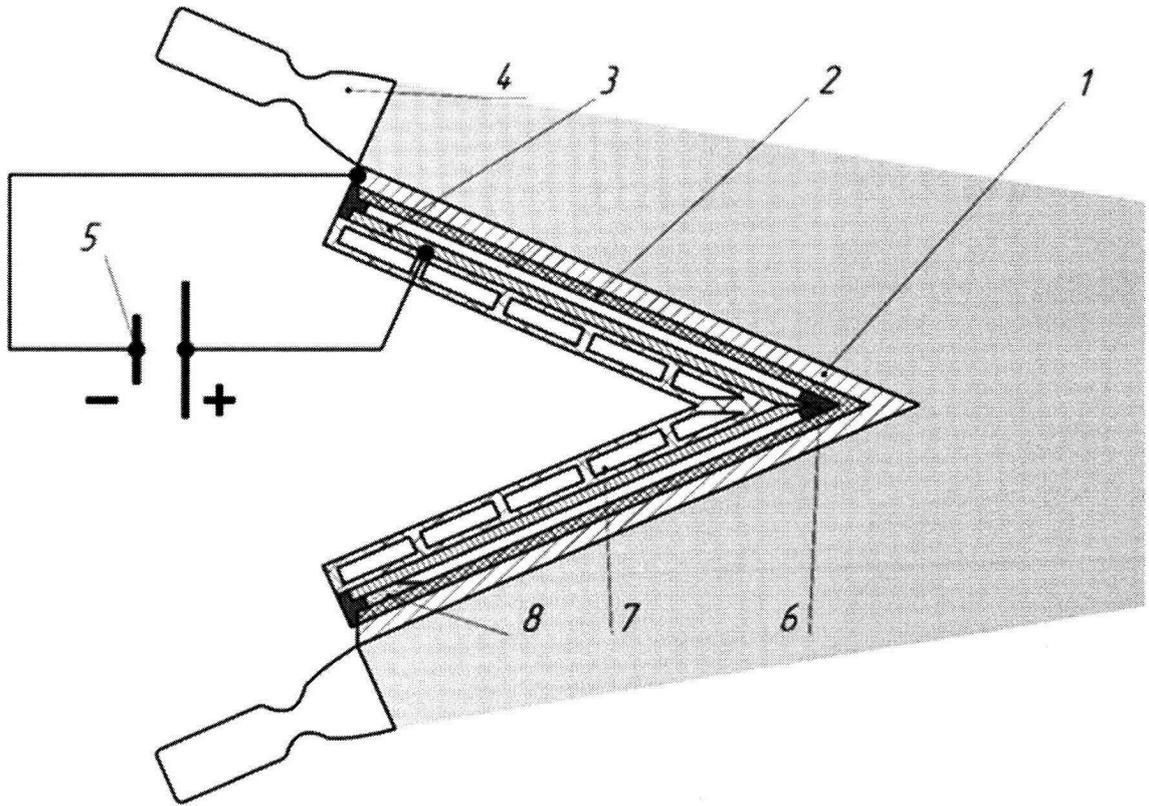
(54) Составной сопловой блок многокамерной двигательной установки

(57) Реферат:

Изобретение относится к ракетно-космической технике, а именно к устройству двигательных установок. Составной сопловой блок многокамерной двигательной установки включает укороченные сопла Лавалья с укороченным центральным телом, центральное тело выполнено полым, на его внутреннюю поверхность нанесен термоэмиссионный слой из материала с эффективной работой выхода электрона 0.01-3.3 эВ, на расстоянии от 1 нм до 1 см от термоэмиссионного слоя расположен анод, между термоэмиссионным слоем и анодом в контакте с ними расположены электропроводящие элементы, при этом термоэмиссионный слой и анод образуют

полость, полость между термоэмиссионным слоем и анодом вакуумирована и герметизирована, анод электрически через проводящие элементы соединен с входом источника напряжения, выход источника напряжения соединен с термоэмиссионным слоем, анод примыкает к элементу, внутри которого расположены каналы системы охлаждения анода, в полости между термоэмиссионным слоем и анодом размещена легкоионизируемая добавка. Изобретение обеспечивает увеличение надежности многокамерной двигательной установки с центральным телом за счет его термоэмиссионного охлаждения. 1 ил.

R U 2 7 8 7 6 3 4 C 1



R U 2 7 8 7 6 3 4 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
F02K 9/97 (2022.08)

(21)(22) Application: **2021126324, 06.09.2021**

(24) Effective date for property rights:
06.09.2021

Registration date:
11.01.2023

Priority:

(22) Date of filing: **06.09.2021**

(45) Date of publication: **11.01.2023** Bull. № 2

Mail address:

**199034, Sankt-Peterburg, Universitetskaya nab., 7/
9, Universitet, Glavnoe Upravlenie zashchity i
ispolzovaniya intellektualnoj sobstvennosti,
Matveevu A.A., Matveevoj T.I.**

(72) Inventor(s):

**Zhizhin Evgenij Vladimirovich (RU),
Reveguk Anastasiya Andreevna (RU),
Kolychev Aleksej Vasilevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij
gosudarstvennyj universitet" (SPbGU)" (RU),
Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennostyu
"TEOS" (OOO "TEOS") (RU)**

(54) **COMPOSITE NOZZLE UNIT OF MULTI-CHAMBER PROPULSION INSTALLATION**

(57) Abstract:

FIELD: rocket and space technology.

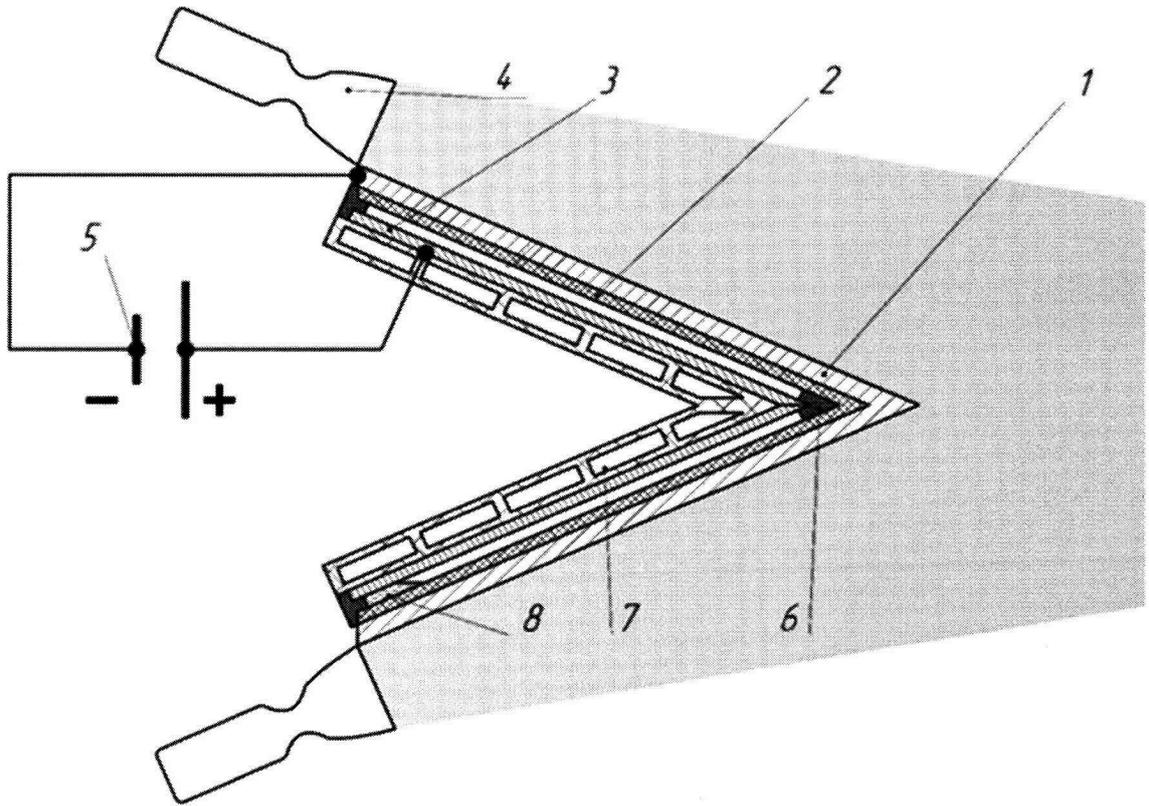
SUBSTANCE: invention relates to rocket and space technology, namely to a device of propulsion installations. A composite nozzle unit of a multi-chamber propulsion installation includes shortened Laval nozzles with a shortened central body, the central body is made hollow, a thermal emission layer of material with efficient electron yield work of 0.01-3.3 eV is applied to its inner surface, an anode is located at a distance from 1 nm to 1 cm from the thermal emission layer, non-electroconductive elements are located between the thermal emission layer and the anode in contact with them, while the thermal emission layer and the anode form a cavity, the cavity between

the thermal emission layer and the anode is vacuumized and sealed, the anode is electrically connected, via conductive elements, to an input of a voltage source, an output of the voltage source is connected to the thermal emission layer, the anode is adjacent to an element, inside which channels of an anode cooling system are located, a simple-ionized additive is located in the cavity between the thermal emission layer and the anode.

EFFECT: invention provides an increase in the reliability of a multi-chamber propulsion installation with a central body due to its thermal emission cooling.

1 cl, 1 dwg

R U 2 7 8 7 6 3 4 C 1



R U 2 7 8 7 6 3 4 C 1

Изобретение относится к ракетно-космической технике, а именно к устройству двигательных установок.

В реализации двигателя с кольцевым соплом разработаны различные конструктивные схемы. Среди них следует отметить схему двигателя с тороидальной камерой сгорания и аэродинамическим штыревым центральным телом и многокамерного двигателя с камерами сгорания, расположенными по периметру штыревого центрального тела, для первых ступеней мощных космических носителей. Центральное тело - осесимметричное тело, которое частично помещается внутри реактивных сопел, а частично выступает наружу за их обрез и предназначено для формирования требуемой формы проточного канала и организации течения рабочего тела (продуктов сгорания). Этим обеспечивается увеличение эффективности двигательной установки за счет дополнительного ускорения выходящего потока рабочего тела [1].

Интерес к установке центрального тела в ракетных двигателях связан с возможным улучшением его характеристик и получением комплексного эффекта уменьшения массы и стоимости ракетно-космической техники. Это особенно актуально в коммерческой космонавтике. Однако, основной проблемой создания и эксплуатации центрального тела является его нагрев в полете. Форма его достаточно сложна для организации эффективного охлаждения жидкостью (компонентом топлива). Поэтому необходим поиск новых устройств его охлаждения, в том числе на ранее не применявшихся физических принципах.

Известна компоновка маршевой многокамерной двигательной установки двухступенчатой ракеты-носителя с составным сопловым блоком по патенту [2], которая включает в своем составе камеры сгорания по диаметру двигательной установки (ДУ), укороченное центральное тело, внутри которого размещена ДУ второй ступени с тарельчатым соплом.

Известна двигательная установка с плоским центральным телом по патенту на полезную модель [3], которая включает в своем составе плоское центральное тело, выполненное в виде клина, и два ряда круглых камер сгорания со сверхзвуковыми соплами с общей плоской камерой-коллектором, которая содержит плоскую щель для истечения сверхзвуковой струи.

Недостатком известных устройств является низкая надежность из-за избыточного нагрева центрального тела истекающими продуктами сгорания и сложности организации охлаждения классическими методами охлаждения, например, методом прохождения жидкости в каналах охлаждения.

Наиболее близким к заявляемому изобретению является устройство, описанное в п. 2 патента на изобретение [4], включающее первичные укороченные сопла Лаваля с укороченным центральным телом в хвостовой части первой ступени ракеты-носителя и первичные укороченные сопла Лаваля многокамерной двигательной установки второй ступени ракеты-носителя.

Ближайший аналог работает следующим образом. В начальный момент начинают работать камеры сгорания и поток продуктов сгорания с высокой температурой выходит из сопел камер сгорания и движется вдоль центрального тела, нагревая его.

Недостатком ближайшего аналога является низкая надежность, связанная с высоким нагревом центрального тела, что подтверждается в работе [5]. Кроме того, это приводит к большим гидравлическим потерям энергии топлива (энергия от газогенератора идет на продавливание охладителя в каналах охлаждения) и делает проблематичным создание полноразмерного центрального тела.

Заявленное изобретение свободно от этих недостатков.

Технический результат, достигаемый при реализации изобретения заключается в увеличении надежности составного соплового блока многокамерной двигательной установки за счет его термоэмиссионного охлаждения.

5 Указанная техническая задача решается тем, что в составной сопловом блоке многокамерной двигательной установки, включающей укороченные сопла Лавалья с укороченным центральным телом, центральное тело выполнено полым, на его внутреннюю поверхность нанесен термоэмиссионный слой из материала с эффективной работой выхода электрона 0.01-3.3 эВ, на расстоянии от 1 нм до 1 см от термоэмиссионного слоя расположен анод, между термоэмиссионным слоем и анодом
10 в контакте с ними расположены электронеупроводящие элементы, при этом термоэмиссионный слой и анод образуют полость, полость между термоэмиссионным слоем и анодом вакуумирована и герметизирована, анод электрически через проводящие элементы соединен со входом источника напряжения, выход источника напряжения соединен с термоэмиссионным слоем, анод примыкает к элементу, внутри которого
15 расположены каналы системы охлаждения анода, в полости между термоэмиссионным слоем и анодом размещена легкоионизируемая добавка.

Технический результат, достигаемый при реализации изобретения заключается в увеличении надежности составного соплового блока многокамерной двигательной установки за счет термоэмиссионного охлаждения центрального тела.

20 Сущность изобретения поясняется чертежом.

Составной сопловой блок многокамерной двигательной установки включает в своем составе центральное тело 1, термоэмиссионный слой 2, анод 3, камеру сгорания с соплом 4, источник напряжения 5, электроизолирующие элементы 6, каналы охлаждения анода 7, легкоионизируемую добавку 8.

25 Центральное тело 1 - предназначено для функционирования ДУ с центральным телом, термоэмиссионный слой 2 предназначен для эмиссии электронов при нагреве, анод 3 - для восприятия электронов термоэмиссии, вышедших из термоэмиссионного слоя, камера сгорания с соплом 4 - для создания тяги, источник напряжения 5 - для переноса электронов через зазор и от анода к катоду, электроизолирующие элементы
30 6 - для предотвращения замыкания катода и анода, каналы охлаждения 7 - для поддержания температуры анода ниже температуры катода, легкоионизируемая добавка 8 - для снижения работы выхода электрона термоэмиссионного слоя и компенсации пространственного заряда при термоэлектронной эмиссии.

Заявляемое изобретение работает следующим образом.

35 При работе камер сгорания с соплом 4 продукты сгорания выходят из сопла и двигаются вдоль центрального тела 1. При этом происходит нагрев центрального тела 1 и термоэмиссионного слоя 2, представляющих собой катод. Одновременно по мере нагрева происходит испарение легкоионизируемой добавки 8 в полости, образованной катодом и анодом. Цезий адсорбируется на термоэмиссионном слое и аноде, снижая
40 их работу выхода, увеличивая тем самым проходящий термоэмиссионный ток и термоэмиссионное охлаждение. За счет взаимодействия с выходящими электронами термоэмиссии происходит частичная ионизация цезия с компенсацией пространственного заряда тока термоэмиссии. С термоэмиссионного слоя 2 в этот момент происходит термоэлектронная эмиссия с термоэмиссионным охлаждением. Термоэмиссионный
45 слой 2 и центральное тело 1 при этом охлаждаются. Далее электроны попадают на анод 3, где «остывают», релаксируя при взаимодействии с кристаллической решеткой анода. Через источник напряжения 5 и центральное тело 1 «остывшие» электроны термоэмиссии возвращаются в термоэмиссионный слой 2 и цикл термоэмиссионного

охлаждения повторяется заново. Одновременно, в каналах системы охлаждения анода 7 циркулирует хладагент, например, гелий. Электроизолирующие элементы 6 выполнены из непроводящего материала, например, окиси алюминия (Al_2O_3).

Таким образом, решается указанная техническая задача и достигается технический результат, который заключается в увеличении надежности Составной сопловой блок многокамерной двигательной установки за счет термоэмиссионного охлаждения центрального тела.

Заявляемое изобретение можно применять при охлаждении центральных тел ДУ любой формы, в том числе плоской и осесимметричной.

Список источников информации

1. Н.Д. Коваленко, Г.А. Стрельников, А.Е. Золотько - Газодинамические аспекты и разработки сопел двигателей ступеней ракет с высокой плотностью компоновки // Техническая механика. - 2011. - №2. - С. 36-53.

2. Патент RU 2610873 C2 МПК: F02K 9/97 «Компоновка маршевой многокамерной двигательной установки двухступенчатой ракеты-носителя с составным сопловым блоком»

3. Патент на полезную модель RU 106666 U1 МПК: F02K 1/00 «Двигательная установка с плоским центральным телом»

4. Патент RU 2511800 C1 МПК: F02K 9/97 «Способ создания аэродинамического сопла многокамерной двигательной установки и составной сопловой блок для осуществления способа» (прототип - п. 2 формулы)

5. В.В. Климов - Экспериментальное исследование конвективного теплообмена на центральном теле линейного сопла внешнего расширения // Труды МАИ. - 2003. - №14. - С. 1-16.

(57) Формула изобретения

Составной сопловой блок многокамерной двигательной установки, включающий укороченные сопла Лавалья с укороченным центральным телом, отличающееся тем, что центральное тело выполнено полым, на его внутреннюю поверхность нанесен термоэмиссионный слой из материала с эффективной работой выхода электрона 0.01-3.3 эВ, на расстоянии от 1 нм до 1 см от термоэмиссионного слоя расположен анод, между термоэмиссионным слоем и анодом в контакте с ними расположены электронепроводящие элементы, при этом термоэмиссионный слой и анод образуют полость, полость между термоэмиссионным слоем и анодом вакуумирована и герметизирована, анод электрически через проводящие элементы соединен со входом источника напряжения, выход источника напряжения соединен с термоэмиссионным слоем, анод примыкает к элементу, внутри которого расположены каналы системы охлаждения анода, в полости между термоэмиссионным слоем и анодом размещена легкоионизируемая добавка.

