



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
F03H 1/00 (2025.01)

(21)(22) Заявка: 2024126802, 11.09.2024

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
11.09.2024

Дата регистрации:
24.07.2025

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.09.2024

(45) Опубликовано: 24.07.2025 Бюл. № 21

Адрес для переписки:

105005, Москва, вн.тер.г. Муниципальный
округ Басманный, 2-я Бауманская ул., 5, стр.
1, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Амелина Ксения
Евгеньевна

(72) Автор(ы):

Шумейко Андрей Иванович (RU),
Подлосинская Анастасия Петровна (RU),
Пасынкова Дарья Сергеевна (RU),
Телех Виктор Дмитриевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Московский государственный
технический университет имени Н.Э.
Баумана (национальный исследовательский
университет)" (МГТУ им. Н.Э. Баумана) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: CN 113530778 A, 22.01.2021. RU
2823975 C1, 31.07.2024. RU 2796728 C1,
29.05.2023. CN 111140447 A, 12.05.2020.

(54) Многоканальный импульсный плазменный двигатель с векторизацией тяги

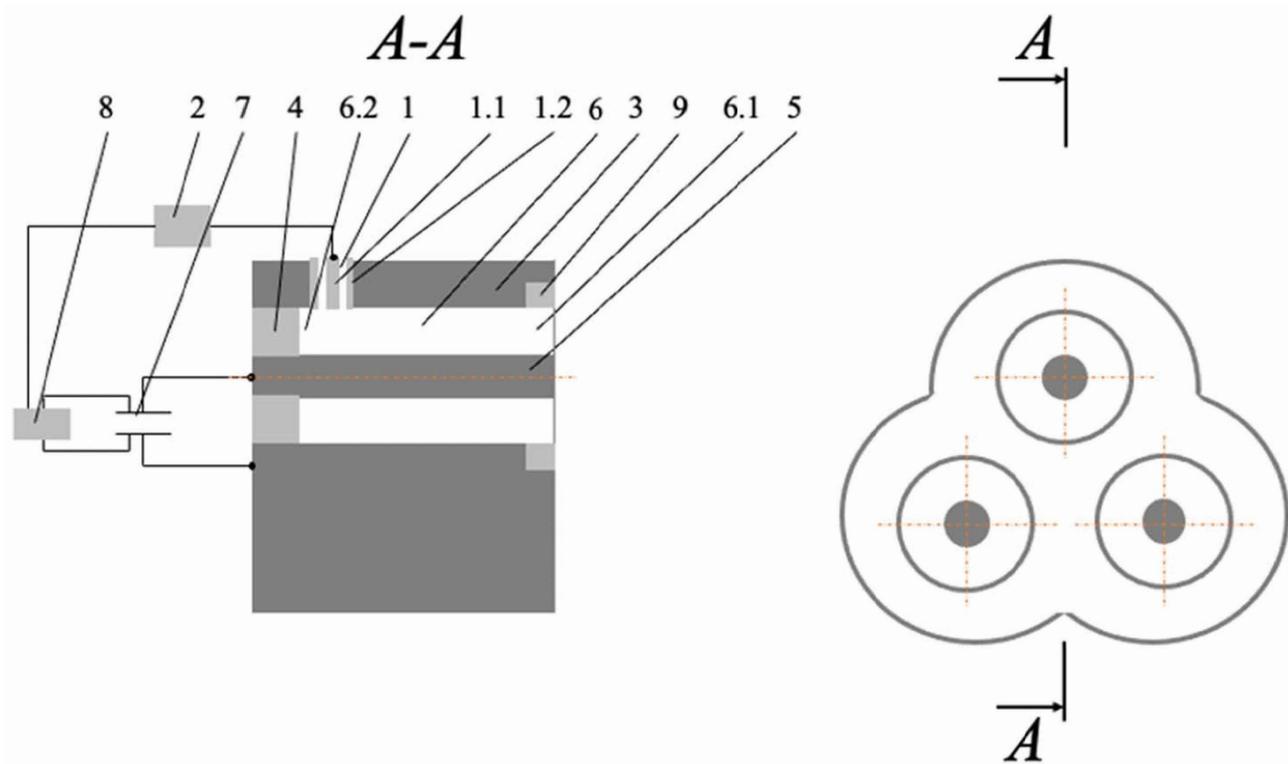
(57) Реферат:

Изобретение относится к космической технике, в частности к электрическим ракетным двигателям (ЭРД), предназначенным для установки на космических аппаратах (КА) для коррекции и поддержания их орбиты. Многоканальный импульсный плазменный двигатель с векторизацией тяги содержит поджигные устройства, состоящие из соосно расположенных внутреннего и внешнего электродов поджигных устройств, генераторы импульсов, внешний электрод, имеющий минимум две полости; втулки рабочего тела (по количеству полостей внешнего электрода); внутренние электроды (по количеству полостей внешнего электрода); устройство питания емкостного накопителя энергии и генераторов импульсов;

емкостный накопитель энергии; магнитные сопла (по количеству полостей внешнего электрода, по одному на каждую полость внешнего электрода). При реализации заявленного изобретения обеспечивается возможность управления направлением вектора силы тяги, устранение расходимости потока ионизированного рабочего тела на выходе из коаксиального канала двигателя, уменьшение занимаемых двигателем массы и объема для выполнения коррекции и поддержания орбиты КА, его ориентации, увеличение эффективности использования рабочего тела, увеличение удельных тяги и импульса на единицу потребляемой мощности. 1 ил.

RU 2 844 038 C1

RU 2 844 038 C1



Фиг. 1

RU 2844038 C1

RU 2844038 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
F03H 1/00 (2025.01)

(21)(22) Application: **2024126802, 11.09.2024**

(24) Effective date for property rights:
11.09.2024

Registration date:
24.07.2025

Priority:

(22) Date of filing: **11.09.2024**

(45) Date of publication: **24.07.2025** Bull. № 21

Mail address:

**105005, Moskva, vn.ter.g. Munitsipalnyj okrug
Basmannyj, 2-ya Baumanskaya ul., 5, str. 1, MGTU
im. N.E. Baumana, Amelina Kseniya Evgenevna**

(72) Inventor(s):

**Shumeiko Andrei Ivanovich (RU),
Podlosinskaia Anastasiia Petrovna (RU),
Pasynkova Daria Sergeevna (RU),
Telekh Viktor Dmitrievich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Moskovskii gosudarstvennyi
tekhnikeskii universitet imeni N.E. Baumana
(natsionalnyi issledovatel'skii universitet)»
(MGTU im. N.E. Baumana) (RU)**

(54) **MULTICHANNEL PULSE PLASMA ENGINE WITH THRUST VECTORIZATION**

(57) Abstract:

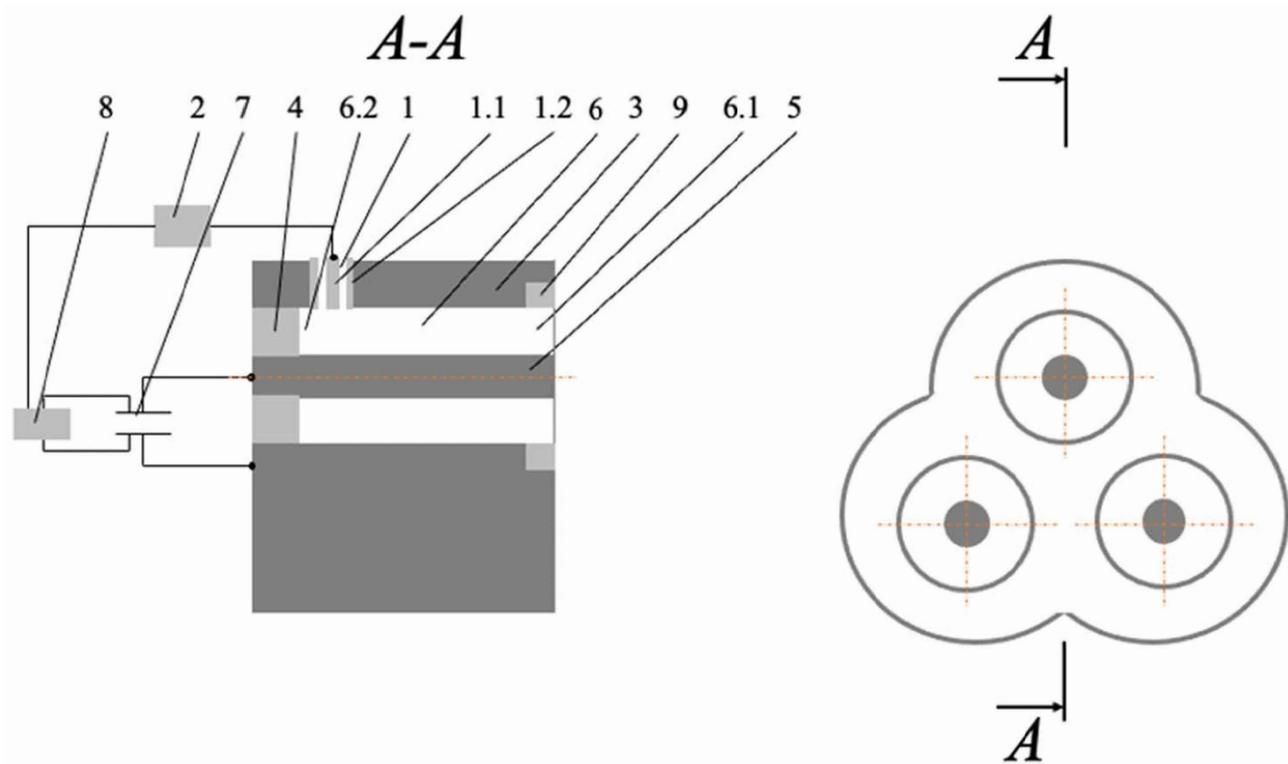
FIELD: cosmonautics.

SUBSTANCE: invention relates to space engineering, particularly to electric rocket engines (ERE) intended for installation on spacecraft (SC) for correction and maintenance of their orbit. Multichannel pulse plasma engine with thrust vectorization comprises igniter devices consisting of coaxially arranged inner and outer electrodes of igniter devices, pulse generators, external electrode having at least two cavities; working medium bushings (according to the number of cavities of the external electrode); internal electrodes (according to the number of cavities of the external electrode); capacitive energy storage and pulse generators power

supply device; capacitive energy storage unit; magnetic nozzles (according to the number of cavities of the external electrode, one for each cavity of the external electrode).

EFFECT: possibility of controlling the direction of the thrust force vector, eliminating the divergence of the flow of the ionised working medium at the output of the coaxial channel of the engine, reduced weight and volume occupied by the engine to perform correction and maintenance of SC orbit, its orientation, increased efficiency of working medium use, increased specific thrust and pulse per unit of consumed power.

1 cl, 1 dwg



Фиг. 1

RU 2844038 C1

RU 2844038 C1

Область техники

Изобретение относится к космической технике, в частности к электрическим ракетным двигателям (ЭРД), использующим в качестве рабочего тела широкий круг веществ, предназначенный для установки на космических аппаратах (КА) для коррекции и поддержания их орбиты, прецизионной ориентации, фазирования КА, орбитальных маневров, разгрузки систем ориентации, увода КА с целевой орбиты в конце его срока активного существования (САС).

Уровень техники

Известен аналог – изобретение Двухнаправленный волновой плазменный двигатель для космического аппарата (патент RU2764823C1, опубликован 21.01.2022). Изобретение относится к электрическим ракетным двигателям. Изобретение включает газоразрядную камеру, антенну, ВЧ-генератор, магнитную линзу и магнитное сопло.

У этого изобретения есть несколько существенных недостатков. Во-первых, оно позволяет создавать векторы тяги только в двух направлениях, которые совпадают с осью газоразрядной камеры. Для выполнения современных космических миссий требуются векторы тяги в различных направлениях, что было отмечено в работе Shumeiko A.I. et.al. Advanced wave plasma thruster with multiple thrust vectoring capability [<https://doi.org/10.2514/6.2022-2190>]. Чтобы создать вектор тяги в нужном направлении, двигатель, предложенный в изобретении RU2764823C1, необходимо будет направить переориентировать с помощью дополнительных устройств, таких как механические или электромагнитные устройства контроля ориентации космического аппарата. Использование этих дополнительных устройств увеличит массу и объем двигательной установки космического аппарата и увеличит потребление мощности. При этом, использование этого изобретения вместе с дополнительными системами ориентации для создания векторов тяги в различных направлениях ограничено минимальным размером космического аппарата, что описано в работе Shumeiko A.I. et.al. Determination of the minimum size of a small spacecraft of the cubesat standard for the possibility of using modern propulsion systems [<https://doi.org/10.1063/5.0107879>]. Кроме того, в изобретении RU2764823C1 управление направлениями истечения плазмы и векторов тяги осуществляется с помощью магнитных линз (позиция 6 на рисунках 1 и 2 изобретения RU2764823C1), для работы которых требуется потребление мощности. Реализация таких магнитных линз на постоянных магнитах не позволит управлять направлением потока плазмы, так как они должны быть либо включены, либо выключены. Потребление мощности для управления направлениями истечения плазмы и векторов тяги создаст трудности в реализации устройства, предложенного в изобретении RU2764823C1, для использования на борту малых космических аппаратов или приведет к неэффективным режимам работы – повышенным удельной мощности и удельных массы и объема на единицу тяги и удельного импульса. Наконец, в изобретении RU2764823C1 отсутствует способность создавать прецизионные величины силы тяги.

Известен аналог – изобретение Абляционный импульсный плазменный двигатель (патент RU2688049C1, опубликован 17.05.2019). Изобретение относится к электрическим ракетным двигателям. Изобретение включает два разрядных электрода, торцевой изолятор, диэлектрические шашки, устройство перемещения диэлектрических шашек, устройство инициирования электрического разряда.

Это изобретение также имеет несколько недостатков. Во-первых, при помощи этого изобретения возможно создание вектора тяги только в одном направлении, что не покрывает потребности современных космических миссий в возможности векторизации тяги [<https://doi.org/10.2514/6.2022-2190>]. Следовательно, чтобы создать вектор тяги в

нужном направлении, двигатель, предложенный в изобретении RU2688049C1, необходимо будет переориентировать с помощью дополнительных устройств. Использование этих дополнительных устройств увеличит массу и объем двигательной установки космического аппарата и увеличит потребление мощности. При этом, если 5 потребуются выполнение сложных орбитальных маневров, требующих попеременное создание сил тяги в разных направлениях, рабочее тело будет расходоваться больше, чем было бы расходовано при создании вектора силы тяги в необходимом направлении без привлечения вспомогательных средств ориентации КА. Также, использование данного изобретения совместно с дополнительными системами ориентации для создания 10 векторов тяги в различных направлениях ограничено минимальным размером космического аппарата [<https://doi.org/10.1063/5.0107879>]. Более того, на выходе из устройства ускоренный поток ионизированного рабочего тела будет взаимодействовать с нейтральными частицами, что ухудшит интегральные характеристики двигателя – удельные тягу и импульс на единицу мощности, а также тяговый коэффициент полезного 15 действия (КПД).

Известен ближайший аналог (прототип) – изобретение Coaxial steady state ablation solid propellant pulse plasma thruster (патент CN113530778B, опубликован 02.08.2022). Изобретение относится к электрическим ракетным двигателям. Изобретение включает 20 внутренний электрод, внешний электрод, поджигное устройство, емкостной накопитель энергии, генератор импульсов, устройство питания накопителя энергии и генератора импульсов, электромагнит.

Недостатком этого изобретения является то, что при помощи него возможно создание вектора тяги только в одном направлении. Принимая во внимание то, что в настоящий момент для космических миссий требуется создание векторов тяги в нескольких 25 направлениях, чтобы создать вектор тяги в нужном направлении, двигатель, предложенный в изобретении CN113530778B, необходимо будет переориентировать с помощью дополнительных устройств, которые увеличат массу и объем двигательной установки космического аппарата и увеличит потребление мощности. При этом, при выполнении сложных орбитальных маневров, их ступенчатое выполнение из-за 30 переориентирования направления вектора тяги двигателя, предложенного в изобретении CN113530778B, приведет к неэффективному использованию рабочего тела. Также, использование изобретения данного изобретения совместно с дополнительными системами ориентации для создания векторов тяги в различных направлениях может быть ограничено минимальным размером космического аппарата [[https://doi.org/10.1063/ 35 5.0107879](https://doi.org/10.1063/5.0107879)]. Более того, на выходе из устройства ускоренный поток ионизированного рабочего тела будет взаимодействовать с нейтральными частицами, что ухудшит интегральные характеристики двигателя – удельные тягу и импульс на единицу мощности, а также тяговый коэффициент полезного действия (КПД). Более того, наличие магнитного поля, расходящегося на открытом конце коаксиального канала 40 без его предварительного сужения на открытом конце коаксиального канала приведет к разлету заряженных частиц в широком диапазоне углов к оси двигателя, что приведет к ухудшению интегральных характеристик – удельных тяги и импульса на единицу мощности, а так же тягового КПД.

Раскрытие изобретения

45 Задачами предлагаемого изобретения являются:

устранение недостатков аналогов и прототипа, а именно:

- однонаправленность вектора силы тяги;
- расходимость потока ионизированного рабочего тела на выходе из двигателя;

и улучшение следующих характеристик:

- уменьшение занимаемых двигателем массы и объема для выполнения коррекции и поддержания орбиты КА, его ориентации, маневров между орбитами, разгрузки систем ориентации, увода КА в конце его САС;

5 - увеличение эффективности использования рабочего тела;

- увеличение удельных тяги и импульса на единицу потребляемой мощности.

Для решения задач и достижения технического результата предлагается

многоканальный импульсный плазменный двигатель с векторизацией тяги, содержащий

10 цилиндрической формы, внутри каждой из которых соосно ей расположен внутренний

электрод без контакта внешней поверхности внутреннего электрода с внутренней

поверхностью полости внешнего электрода. Внутренние электроды и полости внешнего

15 электрода образуют не менее двух коаксиальных каналов, расположенных таким

образом, что их оси имеют разные плечи относительно центра масс космического

аппарата, на котором устанавливается двигатель. Каждый коаксиальный канал имеет

открытый во внешнее пространство и закрытый концы. На открытом во внешнее

пространство конце каждого коаксиального канала расположено магнитное сопло,

представляющее собой постоянный магнит и создающее осевое магнитное поле, которое

20 служит для уменьшения угла разлета ускоренного в коаксиальном канале

ионизированного рабочего тела. Внутри каждого из каналов на закрытом конце

установлена втулка рабочего тела. Каждый из каналов содержит поджигное устройство,

расположенное ближе к закрытому концу канала и состоящее из соосно расположенных

25 внутреннего и внешнего электродов поджигного устройства. Поджигные устройства

расположены у поверхностей втулок рабочего тела, перпендикулярных внешним

поверхностям внутренних электродов и внутренним поверхностям полостей внешнего

30 электрода, при этом внешние электроды поджигных устройств находятся в

электрическом контакте с внешним электродом. Каждое из поджигных устройств

соединено со своим генератором импульсов, имеющим линии электрической связи с

внутренним электродом поджигного устройства и устройством питания. При этом

генераторы импульсов подают на внутренние электроды соответствующих поджигных

устройств потенциал, отличный от потенциала внешних электродов поджигных

устройств и внешнего электрода.

Многоканальный импульсный плазменный двигатель с векторизацией тяги

предлагается использовать на КА для коррекции и поддержания их орбиты,

35 прецизионной ориентации, фазировании КА, орбитальных маневров, разгрузки систем

ориентации, увода КА с целевой орбиты в конце его САС.

Перечень чертежей

На фиг. 1 представлена конструктивная блок-схема предлагаемого многоканального

40 импульсного плазменного двигателя с векторизацией тяги в конфигурации, в которой

Осуществление изобретения

Многоканальный импульсный плазменный двигатель с векторизацией тяги состоит

из следующих элементов с их функциями:

– поджигных электродов (1), состоящих из соосно расположенных внутренних (1.1)

45 и внешних (1.2) электродов поджигных устройств (по одному внутреннему и внешнему

электроду поджигных устройств на каждое поджигное устройство), при этом внутренние

электроды поджигных устройств (1.1) имеют цилиндрическую форму, а внешние

электроды поджигных устройств (1.2) имеет полую цилиндрическую форму, при этом

внутренние электроды поджигных устройств (1.1) расположен во внутренних полостях
внешних электродов поджигных устройств (1.2) без контакта внешних поверхностей
внутренних электродов поджигных устройств (1.1) со внутренними поверхностями
внешних электродов поджигных устройств (1.2), при этом внутренние электроды
5 поджигных устройств (1.1) имеют линии электрической связи с генераторами импульсов
(2), при этом внешние электроды поджигных устройств (1.2) находятся в электрическом
контакте с внешним электродом (3), при этом находящиеся под разными потенциалами
внутренние (1.1) и внешние (1.2) электроды поджигных устройств создают
электрическое поле, которое приводит к образованию заряженных частиц (электронов);
10 – генераторов импульсов (2), имеющих линии электрической связи с внутренними
электродами поджигных устройств (1.1) и устройством питания емкостного накопителя
энергии и генераторов импульсов (8), при этом генераторы импульсов (2) подают
потенциал на внутренние электроды поджигных устройств (1.1) (каждый генератор
импульсов (2) подают потенциал на свой внутренний электрод поджигного устройства
15 (1.1)), отличный от потенциала внешних электродов поджигных устройств (1.2) и
внешнего электрода (3), при этом наличие независимых друг от друга генераторов
импульсов (2) позволяет оперировать коаксиальные каналы (6) (создавать силу тяги)
независимо друг от друга;
– внешнего электрода (3), имеющего минимум две полости, которые имеют
20 цилиндрическую форму;
– втулок рабочего тела (4) (по количеству полостей внешнего электрода (3)), которые
служат в качестве рабочего тела;
– внутренних электродов (5) (по количеству полостей внешнего электрода (3)),
которые расположены соосно с минимум двумя полостями внешнего электрода (3) (по
25 одному внутреннему электроду (5) на каждую полость внешнего электрода (3)), при
этом внутренние электроды (5) находятся во внутренних полостях внешнего электрода
(3) без контакта внешних поверхностей внутренних электродов (5) со внутренними
поверхностями полостей внешнего электрода (3), при этом внутренние электроды (5)
и полости внешнего электрода (3) образуют минимум два коаксиальных канала (6) (по
30 количеству полостей внешнего электрода (3)), имеющих открытые (6.1) и закрытые
(6.2) концы, при этом втулки рабочего тела (4) расположены внутри коаксиальных
канала (6), образуемых внутренними (5) и внешними электродами (3), с концов, закрытых
во внешнее пространство (6.2), при этом поджигные устройства (1) расположены ближе
к закрытым концам коаксиальных каналов (6.2), при этом поджигные устройства (1)
35 расположены у поверхностей втулок рабочего тела (4), перпендикулярных внешним
поверхностям внутренних (5) и внутренним поверхностям внешнего (3) электродов,
при этом внешние электроды поджигных устройств (1.2) находится в электрическом
контакте с внешним электродом (3), при этом подача от генераторов импульсов (2)
потенциала ко внутренним электродам поджигных устройств (1.1) отличного от
40 потенциала, подаваемого генераторами импульсов (2), на внешнем электроде (3) и
внешних электродах поджигных устройств (1.2) от емкостного накопителя энергии (7)
приводит к появлению заряженных частиц (электронов) между внутренними (1.1) и
внешними (1.2) электродами поджигных устройств (1), при этом при подаче различного
потенциала от емкостного накопителя энергии (7) на внутренние (5) и внешний (3)
45 электроды приводит к зажиганию поверхностного разряда, проходящего по
поверхностям втулок рабочего тела (4), открытым в коаксиальный канал (6), который
зажигается между внутренними электродами (5) и внешним электродом (3), при этом
поверхностный разряд приводит к испарению рабочего тела с поверхностей втулок

рабочего тела (4) и ионизации испаренного рабочего тела с поверхностями втулок рабочего тела (4), при этом возникающая пондеромоторная сила, составляемая напряженностью электрического поля, возникающей между внутренними (5) и внешним (3) электродами в связи с разностью потенциалов между ними и азимутального магнитного поля, вследствие протекания тока через внутренние электроды (5), ускоряет ионизированное рабочее тело в направлении открытых концов (6.1) коаксиальных каналов (6);

– емкостного накопителя энергии (7), имеющего линии электрической связи со внутренними (5) и внешним (3) электродами, имеющего линию электрической связи с устройством питания емкостного накопителя энергии и генераторов импульсов (8), при этом емкостной накопитель энергии (7) служит для накопления энергии, поступающей от устройства питания емкостного накопителя энергии и генераторов импульсов (8), и ее импульсной подачи на внутренние (5) и внешний (3) электроды, при этом создавая разность потенциалов между внутренними (5) и внешним (3) электродами;

– устройства питания емкостного накопителя энергии и генераторов импульсов (8), которое имеет линии электрической связи с генераторами импульсов (2) и емкостным накопителем энергии (7), которое служит для электропитания генераторов импульса (2) и емкостного накопителя энергии (7);

– магнитных сопел (9) (по количеству полостей внешнего электрода (3), по одному на каждую полость внешнего электрода), представляющих собой постоянные магниты, расположенные на открытых концах коаксиальных каналов (6.1), образуемых внутренними (5) и внешним (3) электродами, при этом магнитные сопла (9) создают осевое магнитное поле, которое служит для уменьшения угла разлета ускоренного в коаксиальном канале (6) ионизированного рабочего тела.

Основная задача, которую выполняет многоканальный импульсный плазменный двигатель с векторизацией тяги – это создание векторов тяги, которые имеют не совмещённые оси (каждый вектор тяги соответствует определенному коаксиальному каналу (6)) для создания воздействий на КА, которые приводят к его движению в космическом пространстве, т.е. для коррекции и поддержания их орбиты, прецизионной ориентации, фазирования КА, орбитальных маневров, разгрузки систем ориентации, увода КА с целевой орбиты в конце его САС.

Предлагаемый многоканальный импульсный плазменный двигатель с векторизацией тяги имеет минимум два независимых источника плазмы, совмещенных с ускорительным каналом, каждый из которых состоит из коаксиального канала (6), при этом на открытом конце (6.1) коаксиального канала (6) расположено магнитное сопло (9). При этом наличие минимум двух независимых источников плазмы, совмещенных с ускорительным каналом, которые имеют не совмещённые оси, позволяет создавать движущие управляющие воздействия на КА с разными плечами относительно центра масс КА. Таким образом, с помощью минимум двух независимых источников плазмы, совмещенных с ускорительным каналом, – коаксиальных каналов (6), – возможно создание нескольких разнонаправленных векторов силы тяги (минимум три в случае двух независимых источников плазмы). Способность генерировать несколько векторов силы тяги приводит к способности одного двигателя создавать управляющие воздействия в космосе на КА в нескольких направлениях, что означает, что с помощью одного двигателя можно управлять положением КА, поддерживать орбиту, выполнять маневры между орбитами, выполнять межпланетные полеты, уводить КА в конце САС без использования механических (гиродинов) и электромагнитных (магнитных катушек) устройств управления положением КА. Возможность управления вектором силы тяги,

реализованная в предлагаемом двигателе, позволяет устранить такой недостаток подавляющего большинства современных электрических ракетных двигателей как однонаправленность вектора силы тяги, а также улучшить такую характеристику, как уменьшение занимаемых двигателем массы и объема для выполнения широкого круга задач, требующих создание движущих управляющих воздействий на КА. Уменьшение занимаемых двигателем массы и объема КА достигается за счет того, что для выполнения космической миссии, требующей создания движущих управляющих воздействий на КА в разных направлениях, будет возможна установка меньшего количества предлагаемых двигателей, т.к. они имеют возможность создавать векторы силы тяги в нескольких направлениях.

Также, предлагаемое устройство позволяет увеличить эффективность использования рабочего тела. Улучшение эффективности использования рабочего тела достигается за счет того, что имея возможность управлять направлением вектора силы тяги по отношению к центру масс КА для выполнения коррекции положения КА или при проведении межорбитальных маневров, будет не нужно прибегать к ступенчатому проведению коррекции и маневров, т.к. вектор силы тяги будет направляться в заданном направлении при помощи использования нескольких независимых источников плазмы. Также, эффективность использования рабочего тела увеличивается за счет использования магнитных сопел (9), которые позволяют уменьшить разлет ионизированного ускоренного рабочего тела на выходе из коаксиального канала (6), что позволяет большему количеству ионизированных ускоренных частиц рабочего тела принести свой вклад в интегральную силу тяги в направлении оси данного коаксиального канала (6).

Также, уменьшение угла расходимости выходящего потока ионизированного рабочего тела при применении магнитных сопел (9), установленных на открытых концах (6.1) коаксиальных каналов (6), позволяет улучшить такие характеристики, как удельные тяга и импульс на единицу потребляемой мощности, а также тяговый КПД за счет того, что ускоренный поток ионизированного рабочего тела в большей степени направляется по направлению требуемого вектора силы тяги (соответствует оси коаксиального канала (6), через который требуется создать силу тяги). Это достигается за счет того, что выходящий с открытого конца (6.1) данного коаксиального канала (6) ускоренный поток ионизированного рабочего тела взаимодействует с магнитными линиями, создаваемыми данным магнитным соплом (9). Такое взаимодействие заключается в том, что магнитное поле, создаваемое магнитными соплами (9), направляет ионизированные частицы рабочего тела как стенки сопла Лавала направляют нейтральные частицы потока нагретого газа. Описания эффектов взаимодействия магнитного поля с ионизированными частицами могут быть найдены в работах Shumeiko A.I. et.al. [<https://doi.org/10.3390/sym14101983>], [<https://doi.org/10.3390/sym15091705>].

40 (57) Формула изобретения

Многоканальный импульсный плазменный двигатель с векторизацией тяги, содержащий внешний электрод, отличающийся тем, что внешний электрод имеет не менее двух полостей цилиндрической формы, внутри каждой из которых соосно ей расположен внутренний электрод без контакта внешней поверхности внутреннего электрода с внутренней поверхностью полости внешнего электрода; при этом внутренние электроды и полости внешнего электрода образуют не менее двух коаксиальных каналов, расположенных таким образом, что их оси имеют разные плечи относительно центра масс космического аппарата, на котором устанавливается

двигатель; каждый коаксиальный канал имеет открытый во внешнее пространство и закрытый концы, на открытом во внешнее пространство конце каждого коаксиального канала расположено магнитное сопло, представляющее собой постоянный магнит и создающее осевое магнитное поле, которое служит для уменьшения угла разлета

5 ускоренного в коаксиальном канале ионизированного рабочего тела, внутри каждого из каналов на закрытом конце установлена втулка рабочего тела, каждый из каналов содержит поджигное устройство, расположенное ближе к закрытому концу канала и состоящее из соосно расположенных внутреннего и внешнего электродов поджигного

10 устройства, при этом поджигные устройства расположены у поверхностей втулок рабочего тела, перпендикулярных внешним поверхностям внутренних электродов и внутренним поверхностям полостей внешнего электрода, при этом внешние электроды поджигных устройств находятся в электрическом контакте с внешним электродом, каждое из поджигных устройств соединено со своим генератором импульсов, имеющим

15 устройством питания, при этом генераторы импульсов подают на внутренние электроды соответствующих поджигных устройств потенциал, отличный от потенциала внешних электродов поджигных устройств и внешнего электрода.

20

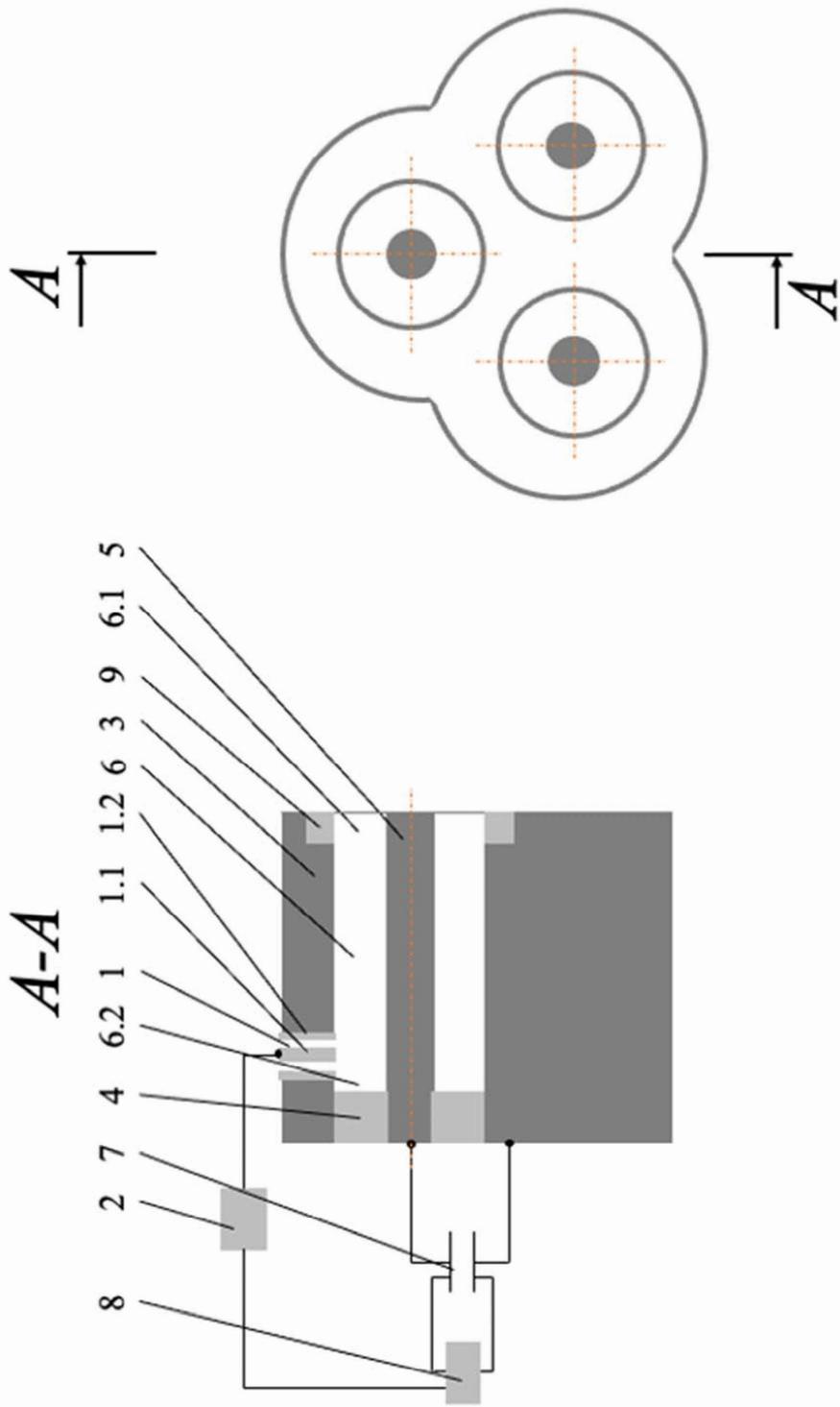
25

30

35

40

45



Фиг. 1