



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

F02K 9/97 (2025.01)

(21)(22) Заявка: 2024123788, 16.08.2024

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.08.2024

Дата регистрации:
17.04.2025

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 16.08.2024

(45) Опубликовано: 17.04.2025 Бюл. № 11

Адрес для переписки:

426000, г. Ижевск, ул. Карла Маркса, 308, к. 1
кв. 60, Зиновьев Алексей Александрович

(72) Автор(ы):

Яковлев Алексей Владимирович (RU),
Сорочинский Александр Юрьевич (RU),
Маркин Виталий Александрович (RU),
Мраков Рустам Тахирович (RU),
Пластинин Дмитрий Александрович (RU),
Палашкин Вадим Борисович (RU),
Тимофеев Павел Геннадьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Акционерное общество "Ижевский
механический завод" (RU)

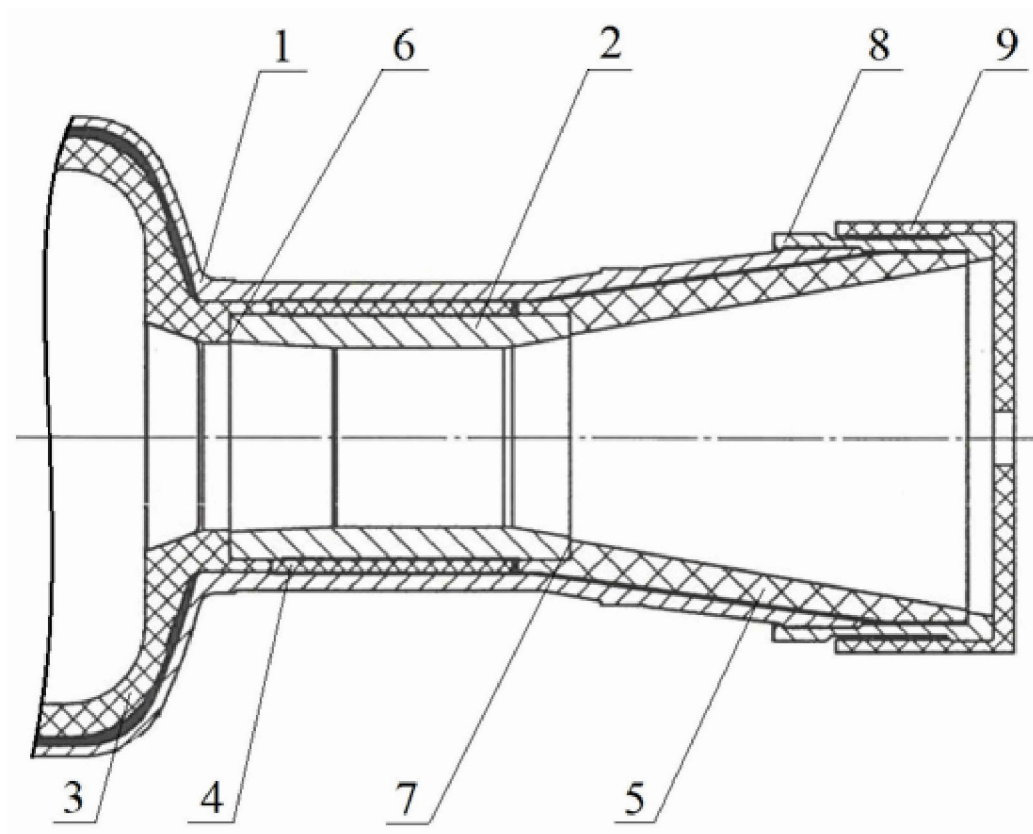
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2104405 C1, 10.02.1998. RU
2790914 C1, 28.02.2023. RU 2767242 C9,
04.05.2022. US 5600946 A, 11.02.1997.

(54) Сопловой блок твёрдотопливного двигателя зенитной управляемой ракеты

(57) Реферат:

Изобретение относится к ракетной технике и может быть использовано в твёрдотопливных двигателях зенитной управляемой ракеты. Сопловой блок содержит корпус, вкладыш, формирующий критическое сечение сопла, эластичный герметик. Корпус снабжён составной подложкой, включающей последовательно соединённые основание, втулку и раструб. Хвостовая часть корпуса снабжена фиксатором. Втулка размещена на вкладыше, концы которого установлены в гнездах, выполненных в торцевых

поверхностях основания и раструба. Эластичный герметик размещён между всеми сопрягаемыми между собой поверхностями деталей подложки, корпуса и вкладыша. Подложка выполнена из материала, включающего углеродные волокна и фенолформальдегидную смолу. Вкладыш выполнен из тугоплавкого материала. Технический результат - расширение арсенала сопловых блоков для ракетных двигателей на твердом топливе. 2 з.п. ф-лы, 1 ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
F02K 9/97 (2025.01)

(21)(22) Application: **2024123788, 16.08.2024**

(24) Effective date for property rights:
16.08.2024

Registration date:
17.04.2025

Priority:

(22) Date of filing: **16.08.2024**

(45) Date of publication: **17.04.2025** Bull. № 11

Mail address:
**426000, g. Izhevsk, ul. Karla Marksa, 308, k. 1 kv.
60, Zinovev Aleksej Aleksandrovich**

(72) Inventor(s):

**Iakovlev Aleksei Vladimirovich (RU),
Sorochinskii Aleksandr Iurevich (RU),
Markin Vitalii Aleksandrovich (RU),
Mrakov Rustam Takhirovič (RU),
Plastinin Dmitrii Aleksandrovich (RU),
Palashkin Vadim Borisovich (RU),
Timofeev Pavel Gennadevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Aksionernoe obshchestvo "Izhevskii
mekhanicheskii zavod" (RU)**

(54) **ANTI-AIRCRAFT GUIDED MISSILE SOLID-PROPELLANT ENGINE NOZZLE UNIT**

(57) Abstract:

FIELD: rocket engineering.

SUBSTANCE: invention relates to rocketry and can be used in surface-to-air missile solid-propellant engines. Nozzle unit comprises housing, insert to make nozzle throat and resilient sealant. Housing is equipped with composite substrate including in-series connected base, bushing and flaring. Tail part of housing is equipped with retainer. Bushing is arranged on the insert, the ends of which are installed in sockets made

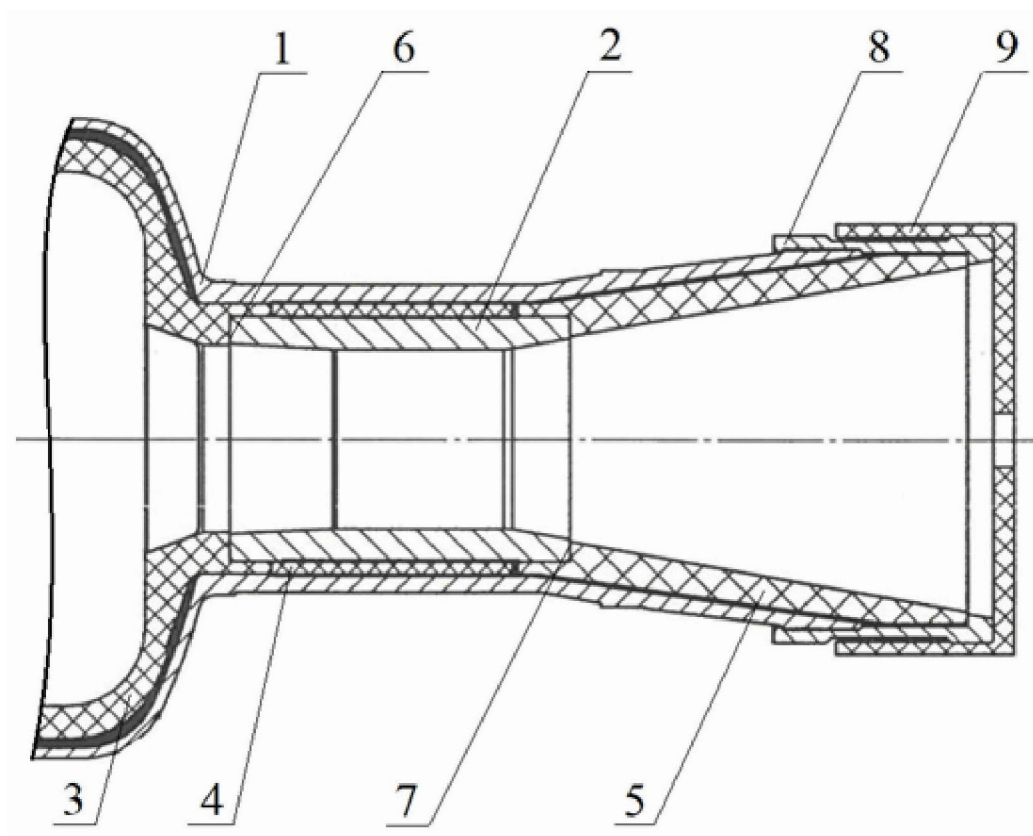
in end surfaces of the base and the flaring. Elastic sealant is arranged between all mating surfaces of parts of substrate, housing and insert. Substrate is made from material including carbon fibres and phenol-formaldehyde resin. Insert is made of heat-resistant material.

EFFECT: enlarging the number of nozzle units for solid-propellant rocket engines.

3 cl, 1 dwg

RU 2 838 503 C1

RU 2 838 503 C1



Задачей изобретения является расширение арсенала сопловых блоков для ракетных двигателей на твердом топливе.

Технический результат заключается в создании соплового блока, способного сохранить работоспособность благодаря обеспечению его целостности во время работы и транспортировки за счёт конструктивных особенностей отдельных элементов, их компоновки и использования современных доступных материалов, что также позволило повысить технологичность и снизить затраты на производство.

Поставленная задача решается за счет того, что сопловой блок содержит корпус, выполненный в виде тела вращения и включающий основание, цилиндрическую часть и полый усеченный конус, вкладыш, формирующий критическое сечение сопла, в котором согласно изобретению корпус снабжён составной подложкой, расположенной между корпусом и вкладышем и включающей последовательно соединенные основание, втулку и раструб, при этом основание подложки выполнено ответным основанием корпуса, втулка подложки выполнена ответной цилиндрической части корпуса, а раструб подложки выполнен ответным усеченному полному конусу корпуса, хвостовая часть корпуса с раструбом снабжена фиксатором, втулка размещена на свободной поверхности вкладыша, концы которого установлены в гнездах, выполненных в торцевых поверхностях основания и раструба подложки, при этом между всеми сопрягаемыми между собой поверхностями деталей подложки, корпуса и вкладыша размещён эластичный герметик, подложка выполнена из материала, включающего углеродные волокна и фенолформальдегидную смолу, а вкладыш выполнен из тугоплавкого материала. Фиксатор может быть выполнен в виде гайки. Сопловой блок может содержать защитный кожух.

Сущность изобретения поясняется чертежом, на котором изображен сопловой блок в разрезе.

Сопловой блок содержит корпус 1, подложку, вкладыш 2 (см. чертёж), формирующий критическое сечение сопла. Корпус 1 выполнен в виде тела вращения сложной формы, визуально разделенного на три части. Первая часть корпуса 1 выполнена фигурной формы, вторая часть корпуса 1 представляет собой полый цилиндр, а третья часть корпуса 1 – усеченный полый конус. Внутри корпуса 1 установлена подложка. Подложка выполнена составной и включает последовательно соединённые основание 3, втулку 4 и раструб 5. Основание 3 подложки выполнено ответным первой части корпуса 1, втулка 4 подложки выполнена ответной цилиндрической части корпуса 1, а раструб 5 подложки выполнен ответным усеченному полному конусу корпуса 1. Втулка 4 установлена между основанием 3 и раструбом 5. При этом в торцевой поверхности основания 3 со стороны установки втулки 4 выполнено гнездо 6, а в торцевой поверхности раструба 5 со стороны установки втулки 4 выполнено гнездо 7. В гнездах 6, 7 установлены концы вкладыша 2. Втулка 4 подложки размещена на свободной поверхности вкладыша 2.

Между всеми сопрягаемыми между собой поверхностями вышеупомянутых деталей заявленного соплового блока, а именно, между корпусом 1 и подложкой, в местах соединения деталей подложки между собой, а также между подложкой и вкладышем 2 размещен герметик, который при застывании образует эластичный материал.

Для надежного удержания деталей соплового блока внутри корпуса 1 корпус 1 снабжен фиксатором 8. Подложка выполнена из материала, включающего волокна углеродной ткани и фенолформальдегидную смолу. В качестве материала подложки может быть использован материал типа ЭПАН, в частности, ЭПАН 2Б. Вкладыш 2 выполнен из тугоплавкого материала, например, молибдена, ниобия, вольфрама и. п.

В рассматриваемом варианте исполнения изобретения фиксатор 8 выполнен в виде гайки, которая с помощью резьбы крепится к наружной поверхности корпуса 1 и прижимает детали подложки друг к другу и к вкладышу 2. Сопловой блок может содержать защитный кожух 9, закрывающий отверстие хвостовой части соплового блока для защиты от попадания в него посторонних предметов при хранении и транспортировке. Защитный кожух 9 может быть установлен на гайке.

Размещение между деталями соплового блока эластичного герметика, повышает устойчивость к ударным и вибрационным нагрузкам, возникающим в процессе транспортировки ракеты. Кроме того, подложка и вкладыш 2 имеют разный коэффициент теплового расширения, поэтому в случае перепадов температур при хранении и транспортировке эластичность материала герметика позволяет сохранить работоспособность конструкции. Также наличие герметика препятствует проникновению разогретых газов в пространство между деталями соплового блока. В качестве эластичного герметика может быть использован герметик марки УТ-34.

Выполнение подложки составной повышает технологичность конструкции за счёт того, что подложка разделена на детали простой формы. Это упрощает процесс производства подложки и сокращает количество брака.

Выполнение в торцевых поверхностях основания 3 и раструба 5 гнезд 6 и 7 соответственно, в которых установлены концы вкладыша 2 так, что на свободной поверхности вкладыша 2 размещена втулка 4 подложки, позволило с обоих концов вкладыша 2 образовать «замок», защищающий корпус 1 от воздействия высокой температуры за счет того, что ликвидирована возможность воздействия высоких температур на корпус 1 через зазоры между вкладышем 2 и подложкой, которые имеют сложную непрямолинейную форму.

Включение в конструкцию соплового блока основания 3 подложки из материала, содержащего углеродные волокна и фенолформальдегидную смолу обеспечивает достаточную защиту корпуса соплового блока от повышенных значений температуры и давления, характерных для участка, предшествующего сверхзвуковой части соплового блока.

Включение в конструкцию соплового блока на цилиндрическом участке корпуса (зона максимального теплового воздействия) втулки 4 из материала, содержащего углеродные волокна и фенолформальдегидную смолу и обладающего теплоизолирующими свойствами, позволило использовать вкладыш 2 из тугоплавкого материала. То есть применить для защиты от разрушения соплового блока в зоне максимального теплового воздействия сочетание двух деталей, выполненных из материалов, которые доступны к приобретению на территории РФ. При этом данные материалы характеризуются хорошей обрабатываемостью и имеют невысокую стоимость.

Включение в конструкцию соплового блока раструба 5 из материала, содержащего углеродные волокна и фенолформальдегидную смолу, позволило эффективно защитить конический участок корпуса 1 от разрушения за счет наличия в материале наполнителя из углеродного волокна, обладающего достаточной стойкостью к воздействию повышенных значений температуры и давления, характерных для сверхзвуковой части соплового блока.

Сборка соплового блока осуществляется следующим образом.

Для того чтобы собрать сопловой блок герметик наносят на внешнюю поверхность основания 3 подложки, торцевую поверхность основания 3 подложки, поверхности гнезда 6 основания подложки и устанавливают основание 3 подложки в ответную часть

корпуса 1. Затем размещают корпус 1 с основанием 3 подложки на оправке (не показано), включающей направляющую в виде цилиндра, ось которого совпадает с осью корпуса 1. Наносят герметик на внешние и торцевые поверхности вкладыша 2 и надевают вкладыш 2 на направляющую оправки до стыковки поверхностей вкладыша 2 с ответными поверхностями гнезда 6 основания подложки. Далее на все поверхности втулки 4 подложки наносят герметик и надевают на вкладыш 2 до стыковки с ответной торцевой поверхностью основания 3 подложки. Наносят герметик на внешнюю поверхность раструба 5 подложки, торцевую поверхность раструба 5 подложки, поверхности гнезда 7 раструба подложки. Надевают раструб 5 подложки на оправку, стыкуют торцевые поверхности втулки 4 подложки с ответными торцевыми поверхностями раструба 5 подложки, стыкуют поверхности вкладыша 2 с ответными поверхностями гнезда 7 раструба подложки. После этого поджимают детали подложки друг к другу и к вкладышу 2 с помощью фиксатора 8 в виде гайки и оставляют сборку на оправке при нормальных климатических условиях до застывания герметика. После застывания герметика снимают сборку с оправки.

Сопловой блок работает следующим образом.

При работе ракетного двигателя на твердом топливе продукты сгорания поступают в сопловой блок. Под воздействием давления и температуры, которая может достигать значительных величин (до 3000 °С и выше), происходит нагрев конструкции соплового блока. На цилиндрическом участке соплового блока в зоне максимального теплового воздействия защиту корпуса 1 от разрушения в результате перегрева обеспечивает вкладыш 2 и втулка 4 подложки. Вкладыш 2 аккумулирует тепло, не разрушаясь за счет того, что выполнен из тугоплавкого материала, например, молибдена, ниобия или вольфрама. Втулка 4 подложки предотвращает разрушение корпуса 1 от перегрева, выполняя функцию теплоизолятора за счет того, что выполнена из материала, включающего углеродные волокна и фенолформальдегидную смолу. Защищает корпус 1 от разрушительного воздействия высокой температуры также выполнение зазоров между вкладышем 2 и подложкой сложной непрямолинейной формы. На коническом участке соплового блока тепловое воздействие на конструкцию снижается и защиту корпуса 1 от разрушения обеспечивает раструб 5, выполненный из материала, включающего углеродные волокна и фенолформальдегидную смолу, так как материал, содержащий наполнитель из углеродных волокон обладает достаточной стойкостью к высоким значениям температуры и давления.

Для оценки эффективности защиты корпуса 1 соплового блока от высоких температур и давления, характерных при работе ракетных двигателей, были проведены оценочные огневые стендовые испытания с замером температуры с помощью терморезисторов. Первый терморезистор был установлен на внешней поверхности корпуса 1 над серединой критического сечения, второй терморезистор – в середине внешней поверхности гайки. В качестве материала подложки был использован ЭПАН 2Б, а в качестве материала вкладыша 2 – молибден марки М-МП ГОСТ 17432-72. Испытания показали, что температура на поверхности корпуса 1 над серединой критического сечения не превышает 100 °С, а на поверхности гайки температура не превышает 200 °С, что значительно меньше значений, при которых возможно существенное уменьшение прочности конструкции соплового блока. Внешний осмотр деталей соплового блока после испытаний показал удовлетворительное качество внутренней поверхности раструба 5 и вкладыша 2. Разгар критического сечения вкладыша 2 и внутреннего диаметра раструба 5 отсутствовал.

Заявленное изобретение делает возможным создание соплового блока, который

способен в условиях высоких температур и давления сохранить целостность корпуса соплового блока благодаря выполнению и компоновки деталей конструкции, позволяющих ликвидировать возможность разрушительного воздействия высоких температур на корпус через зазоры между деталями. Кроме того, предложенное
5 выполнение и компоновка деталей конструкции в сочетании с использованием подобранной комбинации доступных материалов позволило повысить технологичность и уменьшить расходы на производство.

(57) Формула изобретения

10 1. Сопловой блок твёрдотопливного двигателя зенитной управляемой ракеты, содержащий корпус, выполненный в виде тела вращения и включающий основание, цилиндрическую часть и полый усеченный конус, вкладыш, формирующий критическое сечение сопла, отличающийся тем, что корпус снабжён составной подложкой, расположенной между корпусом и вкладышем и включающей последовательно
15 соединённые основание, втулку и раструб, при этом основание подложки выполнено ответным основанию корпуса, втулка подложки выполнена ответной цилиндрической части корпуса, а раструб подложки выполнен ответным усечённому полуму конусу корпуса, хвостовая часть корпуса с раструбом снабжена фиксатором, втулка размещена на свободной поверхности вкладыша, концы которого установлены в гнездах,
20 выполненных в торцевых поверхностях основания и раструба подложки, при этом между всеми сопрягаемыми между собой поверхностями деталей подложки, корпуса и вкладыша размещён эластичный герметик, подложка выполнена из материала, включающего углеродные волокна и фенолформальдегидную смолу, а вкладыш выполнен из тугоплавкого материала.

25 2. Сопловой блок по п. 1, отличающийся тем, что фиксатор выполнен в виде гайки.

3. Сопловой блок по п. 1, отличающийся тем, что содержит защитный кожух.

