



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 084 678** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁶ **F 02 K 9/97, H 02 K 44/12**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 94042519/06, 22.11.1994

(46) Дата публикации: 20.07.1997

(56) Ссылки: 1. Конструкция ракетных двигателей на твердом топливе/ Под ред. Лаврова Л.Н. - М.: Машиностроение, 1993, с. 215. 2. Патент США N 3194013, кл. 60-395, 1964. 3. Патент США N 3200585, кл. 239-265.11, 1965.

(71) Заявитель:

Научно-производственное объединение
"Искра"

(72) Изобретатель: Лянгузов С.В.,
Тодощенко А.И.

(73) Патентообладатель:

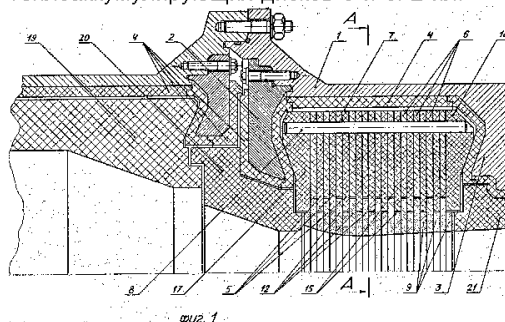
Научно-производственное объединение
"Искра"

(54) ЭЛЕМЕНТ ТРАКТА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПОТОКА

(57) Реферат:

Использование: в ракетной технике (преимущественно твердотопливной), а также может быть использовано при создании критических вкладышей твердотопливного плазмогенератора МГД-установки. Сущность изобретения: в элементе тракта высокотемпературного потока, содержащем теплоаккумулирующую армировку, выполненную в виде пакета дисков 5 и 6, эрозионностойкую облицовку в виде размещенных в отверстиях разрезных слоев, образующих своими обращенными к оси корпуса гранями своего периметра профиль проточной части тракта, разрезные эрозионностойкие слои представляют контактирующие между собой пластины 9, 10,

11 и 12, на внешних гранях всех или некоторых из них выполнены упоры 13, контактирующие с ответными им пазами 14 в многогранных отверстиях теплоаккумулирующих дисков 5 и 6. 2 ил.



RU 2 084 678 C1

RU 2 084 678 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 084 678** ⁽¹³⁾ **C1**
 (51) Int. Cl.⁶ **F 02 K 9/97, H 02 K 44/12**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 94042519/06, 22.11.1994

(46) Date of publication: 20.07.1997

(71) Applicant:
 Nauchno-proizvodstvennoe ob"edinenie "Iskra"

(72) Inventor: Ljanguzov S.V.,
 Todoshchenko A.I.

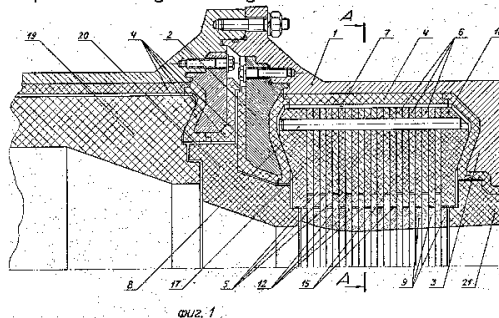
(73) Proprietor:
 Nauchno-proizvodstvennoe ob"edinenie "Iskra"

(54) **PATH MEMBER FOR HIGH-TEMPERATURE FLOW**

(57) Abstract:

FIELD: rocket engineering. SUBSTANCE: path member has heat accumulating reinforcement made up as a stack of disks 5 and 6 and erosion protection facing made up as split layers received in openings. The side of the layers facing the axis of the housing form the flowing portion of the path. The split erosion protection layers are plates 9,10,11, and 12 which are in a contact with each other. The outer sides of all or several layers are provided with stops 13 which are in a contact with answered grooves 14 in polyhedral openings

of heat accumulating disks 5 and 6. EFFECT: improved design. 2 dwg



RU 2 084 678 C1

RU 2 084 678 C1

Изобретение относится к ракетной технике (преимущественно твердотопливной) и смежным с ней отраслям машиностроения, разрабатывающим оборудование, работающее в условиях химически активных многофазных высокотемпературных высокоскоростных потоков плазмы, жидкости и газа, и может быть использовано при создании критических вкладышей твердотопливного плазмогенератора МГД-установки или РДТТ многоразового включения.

Известно, что сохранение геометрических размеров и проходной площади высокотемпературного газового тракта, особенно в его самой теплонапряженной области критического сечения, в процессе длительной (несколько секунд и более) работы тракта является одной из наиболее важных проблем при создании твердотопливных газогенераторов и ракетных двигателей, т.к. изменение проходного сечения (особенно в критической части тракта) влечет за собой изменение внутрибаллистических характеристик (ВБХ) (плазмо-) газогенератора, расхода потока через тракт.

В настоящее время нашли широкой применение два типа критических вкладышей [1]

1) вкладыш с нормированным разгаром, выполненный, например, из углерод-углеродного композиционного материала (УУКМ). Применение такого вкладыша сильно затруднено при больших временах работы, если заданы жесткие ограничения на изменение ВБХ или расхода потока по времени работы;

2) вкладыш, в котором теплоаккумулирующая армировка защищена эрозионностойкой облицовкой из тугоплавкого сплава (или керамики). Положительным качеством вкладыша этого типа является стабильность его проходного сечения, малоизменяющегося по времени работы, связанная с минимальными по сравнению с другими неохлаждаемыми конструкциями последствиями эрозионного воздействия потока.

Существенным недостатком описываемого критического вкладыша является высокая хрупкость его эрозионностойкой облицовки. Хрупкость большинства исходных материалов, обладающих необходимой тугоплавкостью и эрозионной стойкостью (кованый вольфрам, вольфрам газофазного осаждения (ВГФ), соединения молибдена, тантала) не только не всегда обеспечивает термпрочность эрозионностойкой облицовки при ее термонагружении, а даже часто, в силу хрупкости материала, невозможно проведение его мехобработки при изготовлении облицовки, имеющей, как правило, сложную геометрическую конфигурацию.

Один из путей снижения хрупкости облицовки предлагается в патенте США N 3194013 [2] в котором облицовка изготавливается литой с множеством пор. Дальнейшим развитием этой идеи является единственный материал, нашедший широкое применение в отечественной ракетной технике для изготовления облицовок критических вкладышей, получаемый

методом порошковой металлургии псевдосплав (керамика) ВНДС-1, большое содержание меди в котором обеспечивает сравнительно хорошую его обрабатываемость и удовлетворительный набор физико-механических свойств во всем диапазоне рабочих температур при одноразовом нагружении, сохраняющийся в течение большого промежутка времени: быстрое (в течение 20-30 секунд) выпаривание меди (90% и более) не влечет за собой негативных последствий, так как обедненный медью ВНДС-1 сохраняет свои физико-механические свойства практически на прежнем уровне (но только лишь в области рабочей температуры /2000 К/). Однако при остывании облицовки ниже 1500 К обедненный медью ВНДС-1 становится очень хрупким.

Таким образом, решение проблем, связанных с хрупкостью материала, усложняется при создании ракетных систем многоразового включения, появляются еще и новые проблемы.

Так, при первом тепловом нагружении критического вкладыша нагревающаяся облицовка расширяется быстрее и в большей степени, чем теплоаккумулирующая армировка. В результате их взаимодействия в облицовке появляются кольцевые сжимающие напряжения, выходящие из области упругой деформации. В результате полученной пластической деформации при остывании вкладыша между облицовкой и теплоаккумулирующей армировкой появляется зазор существенной величины (1 мм и более). Появление такого зазора при остывании отработавших вкладышей неоднократно наблюдалось после проведения огневых стендовых испытаний различных РДТТ.

Итак, повторное термическое нагружение ранее отработавшего вкладыша делает проблематичной надежность работы установки, ввиду того, что:

хрупкость облицовки крайне высока, причем особенно хрупка холодная (<1500 К) облицовка, т.е. в первый момент (момент теплового удара);

болтающаяся расфиксированная в пределах ранее полученного зазора большой величины облицовка приводит в первые моменты времени к эксцентриситету потока и прочим негативным явлениям;

возможно интенсивное перетекание газа через зазор в первоначальный момент времени.

Решению второй из перечисленных проблем, а именно, фиксации детали, меняющей свои размеры, посвящен патент США N 3916618 "Опорное устройство, поддерживающее заряд топлива в камере сгорания". У торца детали (заряда) имеется коническая часть, наклон которой такой же, как у траектории перемещения заряда вследствие теплового расширения и сужения. Недостатком приведенной конструкции является то, что фиксация описанным устройством меняющей свои размеры детали (заряда) осуществляется замкнутыми в кольцевом направлении, т.е. всесторонне охватывающими по кольцевой части торцов трехмерную преимущественно осесимметричную деталь коническими упорами. Если же фиксируемая деталь имеет

форму (например, одномерную, т.е. когда размеры по одной координате значительно превосходят размеры по двум другим координатам, неосесимметричную и т.п.), то всесторонний охват упорами типа конических невозможен. Соответственно, невозможно без дополнительных мероприятий и однозначная фиксация детали охватываемыми опорами описываемого устройства, т.к. физическая сущность этой опоры предполагает примерно одинаковое (одного порядка) изменение размеров детали в совокупности как минимум по двум координатам (например, длина и радиус), что невозможно требовать от одномерной неосесимметричной детали. Если эрозионностойкая облицовка в силу конструктивных особенностей или иных причин состоит из нескольких, особенно неосесимметричных одно- или двухмерных частей, в совокупности ведущих себя при нагреве и остывании различным образом, т.е. при сужении которых вследствие их остывания возможно появление щелей между ними, то описываемый способ фиксации, применимый для осесимметричных трехмерных деталей, оказывается неэффективным как для индивидуальной фиксации каждого одномерного неосесимметричного элемента облицовки, так и для совокупной фиксации их набора одним устройством.

Вторым аспектом, снижающим универсальность применения описанной опоры, является то, что наклон ее конического упора определяется траекторией перемещения вследствие только лишь термических деформаций, в то время, как элементы конструкции испытывают напряженно-деформированное состояние помимо тепловых нагрузок от внутреннего и наружного давления, внешних регламентированно прикладываемых нагрузок и т.д.

В настоящее время выдвинута задача создания отечественного МГД-генератора многократно-периодического режима работы, который выйдет следующим образом: каждые 5-15 минут должен проводиться пуск твердотопливного плазмогенератора МГД-установки (температура плазмы ≥ 4000 К) с длительностью импульса 10 секунд и более. Число таких пусков в день 50-100. Критическое сечение и следующий за ним МГД-канал имеют прямоугольное сечение, что обуславливает дополнительные к ранее перечисленным трудности создания критического вкладыша: углы периметра прямоугольного сечения являются мощными концентраторами напряжения. Картина усугубляется неравномерностью (по периметру) температурного поля и анизотропной термической деформативностью прямоугольной облицовки. Применение наружного регенеративного охлаждения (по типу ЖРД) проточной части МГД-канала недопустимо, ввиду интенсивного намерзания на холодную (500 К) охлаждаемую стенку К-фазы (плазмообразующее твердое топливо содержит более 60% металлических добавок). Внутреннее завесное охлаждение по типу предлагаемого в патентах США N 3353359, N 3300139, N 3520478 недопустимо по двум причинам:

жесткие требования к химическому

составу и равновесности потока продуктов сгорания плазмогенератора МГД-установки не позволяют иметь в пристеночном слое отличную от ядра потока структуру; в тракте канала недопустимо применение традиционных для ракетной техники теплозащитных покрытий;

многообразие плазмогенератора затрудняет использование расходуемых (аблирующих, выпариваемых, уносимых) материалов.

В сложившейся ситуации выполненную из хрупкого материала и имеющую сложную геометрическую конфигурацию облицовку необходимо делать разрезной, т.е. состоящей из элементов, каждый из которых индивидуально реагировал бы на тепло без возникновения существенных термических напряжений. Конструкции критического вкладыша, членение которого на элементы наиболее оптимально соответствовало бы условиям его работы, и посвящено настоящее изобретение.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому положительному эффекту к предлагаемому изобретению является высокотемпературное газовое сопло для ракетного двигателя [3] состоящее из внешнего корпуса, теплопоглощающего материала, смонтированного в корпусе и служащего тепловым стоком, и вставки, установленной в корпусе неподвижно относительно теплового стока. Вставка содержит большое число шайб, изготовленных из различных теплостойких материалов. Шайбы сложены стопкой и образуют слоистую трубку, внутренняя поверхность которой, образующая горловину сопла, соприкасается с горячим газовым потоком, протекающим через сопло. Каждая шайба имеет такую форму (например, разрезного кольца), что при подводе тепла от горячего газового потока к вставке, шайбы могут индивидуально термически реагировать на тепло без возникновения в них существенных термических напряжений, не нарушая конструктивной целостности слоистой трубки.

Недостатки описываемого устройства являются:

плохая работоспособность шайб, образующих неосесимметричный (например, прямоугольный, как это требуется для МГД-канала) тракт. В отличие от разрезного осесимметричного кольца, разрезная шайба с многогранным (четырёхгранным) осевым отверстием при нагреве стремится к значительному искажению формы и некоторых размеров исходного параметра, а также к появлению термических напряжений в шайбе, особенно опасных в углах многогранного отверстия;

плохая технологичность получения плавных обводов профиля тракта, набранного из шайб с многогранными отверстиями; местами плохой теплоотвод при повторных нагружениях, вызванный высокой вероятностью появления локальных зазоров при возможных искажениях начальной формы ранее деформированных неосесимметричных колец (шайб).

Целью изобретения является увеличение уровня допустимой рабочей температуры и повышение ресурса работы элемента тракта (преимущественно, неосесимметричного)

высокотемпературного потока, а также упрощение технологии его изготовления.

Сущность изобретения заключается в том, что в известном элементе тракта высокотемпературного потока, содержащем осесимметричный корпус с внутренней теплоизоляцией и установленные по его торцам упорные шпангоуты с конической упорной поверхностью, теплоаккумулирующую армировку, выполненную в виде пакета дисков с многогранными (например, четырехгранными) центральными отверстиями, ступенчато отличающимися между соседними дисками по величине, эрозионностойкую облицовку в виде размещенных в этих отверстиях разрезных слоев, образующих своими обращенными к оси корпуса гранями своего периметра профиль проточной части тракта. Разрезные эрозионностойкие слои представляют контактирующие между собой пластины, а на внешних гранях всех или некоторых из них выполнены упоры, контактирующие с ответными им пазами в многогранных отверстиях теплоаккумулирующих дисков. Контактные поверхности упоров скошены навстречу друг к другу под углом, соответствующим траектории перемещения упоров вследствие термических деформаций периметра облицовки, но большим угла трения контактной пары материалов облицовки и армировки, а остальное, не занятое упорами пространство между облицовкой и армировкой представляет из себя зазор, величина которого определяется максимально возможными термическими расширениями пластин и дисков. Контакт между соседними в эрозионностойком слое пластинами выполнен в виде фиксаторов, препятствующих взаимному смещению (проскальзыванию) пластин в слое, кроме того, коническая упорная поверхность упорных шпангоутов выполнена под углом, определяемым траекторией перемещения внешних периметров крайних дисков пакета теплоаккумулирующей армировки, соответствующего совместным деформациям от всего комплекса регламентированных нагрузок.

Указанная цель достигается тем, что каждый слой эрозионностойкой облицовки разрезан на пластины таким образом, что на подвод тепла каждая из пластин реагирует индивидуально, не приводя к искажениям формы периметра проточной части тракта или возникновению напряжений в слое, а ее местоположение в слое надежно фиксировано. Фиксированное положение всесторонне не охватываемых скользящими опорами одномерных пластин определяется не траекторией перемещения взаимного (т. е. в пределах одной детали) смещения контактных поверхностей скользящих наклонных опор (у одномерной детали такой траекторией может являться только прямая линия и соответственно наклона, регламентирующего положение детали, у опор быть не может), а траекторией, которая при нагревании является суперпозицией взаимного смещения контактных поверхностей в пределах одной пластины вдоль одной грани и удлинения вдоль другой грани соседних в слое пластин, расположенных таким образом, чтобы

совокупность этих удлинений со взаимным смещением контактных поверхностей в пределах одной пластины давало бы траекторию именно совместного двухмерного перемещения, обусловленного одномерными термическими деформациями, пригодного для расположения параллельно траектории этого перемещения скользящих опор, уже способных осуществлять надежную и однозначную фиксацию одновременно всей системы совместно расширяющихся в слое пластин. При остывании одномерных, сжимающихся именно по одной линии пластин, они своими наклонными под углом, параллельными ранее описанной траектории, упорами взаимодействуют с дисками теплоаккумулирующей армировки. Сила реакции этого взаимодействия, благодаря тому, что угол скоса упоров больше угла трения, заставляет перемещаться укорачивающуюся остывающую одномерную пластину к оси тракта подобно тому, как съезжает груз с наклонной плоскости, наклоненной круче соответствующего угла трения. Перемещение пластины ограничено величиной уменьшения длины соседних в слое остывающих пластин. Таким образом, относительно армировки однозначно фиксируется не отдельно взятая деталь, а комплекс поддерживающих друг друга одномерных элементов облицовки, фиксация которых по отдельности является трудноосуществимой. Указанное техническое решение полностью исключает искажение формы проточной части тракта.

Свободное деформирование сжимаемого в осевом направлении набора описываемых элементов (дисков, пластин) обеспечивается благодаря тому, что упорные шпангоуты скошены под углом, соответствующим совместным деформациям, возникающим именно от всего комплекса регламентированных нагрузок на элемент тракта.

Ступенчатое отличие между соседними дисками теплоаккумулирующей армировки центральных отверстий по величине обеспечивает:

надежный и независимый от деформаций пластин теплоотвод от них по боковой поверхности контакта пластин с соседним диском;

лабиринтное уплотнение, препятствующее большим перетеканиям газа в осевом направлении.

Разделение тракта на составляющие (пластины) по периметру позволяет проводить его сборку и разборку, что делает возможным мехобработку при изготовлении облицовки каждой из граней многогранного неосесимметричного тракта в отдельности, т.е. предлагаемая конструкция позволяет обрабатывать пластины в наборном пакете по простейшей, имеющей кривизну только в одном направлении поверхности, что значительно проще обработки профиля внутри отверстия проточной части тракта, и соответственно обеспечивает более высокое качество получаемого профиля.

Перечисленные признаки описанного технического решения, несмотря на большое их количество, служат выполнению одной цели изобретения и не известны из патентной и технической литературы.

На фиг. 1 изображен продольный разрез

элемента тракта высокотемпературного потока (данная фигура дает представление о структуре разбиения тракта на продольные слои).

На фиг. 2 представлено сечение А-А на фиг. 1, отображающее структуру продольного слоя.

Элемент тракта высокотемпературного потока состоит из осесимметричного корпуса 1 с установленными по его торцам упорными шпангоутами 2 и 3. Один из этих шпангоутов 2 (или оба шпангоута) является отъемным и крепится к торцу корпуса 1 с возможностью осевого регламентированного поджатия при сборке. Внутренняя поверхность корпуса 1 и упорные шпангоуты 2 и 3 защищены теплоизоляцией 4 (Эпан-2Б, Графлен и т.д.). Внутри корпуса 1 между упорными шпангоутами 2 и 3 размещена теплоаккумулирующая армировка, выполненная в виде наборного пакета дисков 5 и 6. Диски 5 и 6 изготовлены из углерод-углеродного композиционного материала (УУКМ Кимф, Десна и т.д.) и имеют наружный диаметр, меньший внутреннего диаметра теплоизоляции 4 на величину, превосходящую возможные радиальные термические деформации дисков 5 и 6, тем самым, образуя зазор 7. Диски 5 и 6 в пакете фиксируются между собой посредством продольных штифтов 8. В дисках 5 и 6 выполнены четырехгранные осевые отверстия, ступенчато отличающиеся по своей величине между соседними дисками 5 и 6. Например, в диске 5 выполнено отверстие, меньшего размера, а в соседнем ему диске 6 выполнено отверстие, большего размера. В каждом четырехгранном центральном отверстии теплоаккумулирующих дисков 5 и 6 размещен слой эрозионнстойкой облицовки, составленный в меньших отверстиях дисков 5, из узких пластин 9 и 10 (фиг. 2), в больших отверстиях дисков 6 из широких пластин 11 и 12.

Слой, размещенный в диске 5, состоит из длинных узких (охватывающих) пластин 9 и коротких узких (охватываемых) пластин 10. На внешних гранях длинных пластин 9 выполнены упоры 13. Контактные поверхности двух упоров 13, принадлежащих одной пластине 9, скошены навстречу друг другу под углом, соответствующим траектории перемещения упоров 13 вследствие термических деформаций периметра облицовки (т.е. комплекса, состоящего из пластин 9 и 10), но большим угла трения контактной пары материалов облицовки (пластины 9 и 10) и армировки (дисков 5). В гранях центрального отверстия диска 5 выполнены ответные упорам 13 пазы 14. Аналогично, в дисках 6 выполнены ответные упорам 13, принадлежащим длинным широким пластинам 11, пазы 14. Остальное в плоскости слоя (т.е. диска 5), не занятое упорами 13 пространство между облицовкой (пластинами 9 и 10) и армировкой (диском 5) представляет из себя зазор 15, величина которого определяется максимально возможными термическими расширениями пластин 9 и 10 и дисков 5 (т.е. так, чтобы в нагретом состоянии зазор 15 выбирался бы). Контакт между соседними в эрозионнстойком слое пластинами 9 и 10 выполнен в виде фиксаторов 16, препятствующих взаимному смещению

(проскальзыванию) пластин 9 и 10 в слое.

Такое взаимное размещение пластин 9 и 10 в диске 5 обеспечивает надежную и однозначную фиксацию положения каждой из пластин 9 и 10 относительно диска 5, а значит, и относительно оси тракта. Надежность фиксации положения всех пластин в слое обеспечивает четкое оформление и правильность формы внутреннего периметра, а, значит, и всего профиля проточной части тракта. Структура слоя, размещенного в соседнем диске 6, аналогична описанной структуре слоя в диске 5, однако с целью перекрытия возможных щелей длинные широкие пластины 11 расположены развернутыми вокруг оси тракта на 90° относительно узких длинных пластин 9 в соседнем слое диска 5. Соответственно развернуты и короткие широкие пластины 12.

Отметим, что упоры 13 с соответствующими углами скоса могут быть выполнены и одновременно как на длинных 9 и 11, так и на коротких 10 и 12 пластинах, что позволило бы несколько упростить форму фиксаторов 16, выполненных в хрупком материале.

Контактная поверхность упорных шпангоутов 2 и 3 выполнена конической под углом, определяемым траекторией перемещения внешних периметров крайних дисков 17 и 18 пакета теплоаккумулирующей армировки, соответствующего совместным деформациям от всего комплекса регламентированных нагрузок (например, определяемым векторной суммой перемещений от термических расширений пакета по радиусу, длине и перемещения от деформации, вызванной перепадом давления по тракту). Крайние диски 17 и 18 имеют ответную упорным шпангоутам 2 и 3 контактную поверхность. Приемлемый уровень герметичности тракта в осевом направлении обеспечивается осевым поджатием пакета упорными шпангоутами 2 и 3.

Менее ответственный и менее теплонапряженный вход и выход из элемента тракта оформлен в виде двух входных 19 и 20 и выходного 21 воротников, изготовленных, например, из силицированного УУКМ, причем, воротник 19, принадлежащий камере сгорания, имеет осесимметричное проходное сечение, а дальше по потоку от плоскости сопряжения деталей 19 и 20 начинается четырехгранный канал.

Устройство работает следующим образом. При очередном пуске (плазмо-) газогенератора тепловое воздействие со стороны потока продуктов сгорания на эрозионнстойкие пластины 9, 10, 11, 12 приводит к их значительной тепловой деформации (удлинению). При этом длинные пластины 9 (так же как и пластины 11) удлиняются, увеличивая тем самым расстояние между упорами 13, размещенными на одной и той же пластине 9(11). Кроме того, увеличение длины коротких пластин 10 (12) стремится все время прижать длинные пластины 9 (11) упорами 13 к соответствующим пазам 14 в гранях центральных отверстий диска 5 (6). Таким образом, траектории перемещения контактных поверхностей упоров 13 оказывается развернутыми относительно друг друга (что и обеспечивает надежную

фиксацию) благодаря совместности явлений увеличения длины длинных пластин 9(11) и поджатия этих пластин 9(11) короткими 10(12) пластинами, обусловленного, в свою очередь, тепловым увеличением их длины. Это обеспечивает надежную и однозначную фиксацию пластин 9,10,11 и 12 относительно дисков 5 и 6 в процессе теплового расширения этих пластин.

Чрезмерный перегрев эрозионностойкой облицовки предотвращается надежным теплоотводом в диски 5 и 6 теплоаккумулирующей армировки следующим образом: тепло из широких пластин 11 и 12 через часть их боковой поверхности, контактирующей с дисками 5 соседних слоев уходит в эти теплоаккумулирующие диски 5, а часть этого тепла из дисков 5 по их боковой поверхности переходит в расположенные между ними диски 6. Из греющихся до несколько большей температуры узких пластин 9 и 10 тепло сначала переходит по их боковой поверхности в контактирующие с ними широкие пластины 11 и 12, а затем, тем же путем в диски 5 и 6. Небольшая часть теплового потока приходится и на контактные кососрезанные поверхности упоров 13.

Таким образом, происходит увеличение температуры всего пакета теплоаккумулирующих дисков 5 и 6. Это увеличение температуры приводит к термическому расширению пакета как единого целого в радиальном и осевом направлении. Кроме того, от скоростного напора и внутрикамерного давления наблюдаются тенденции сжатия пакета и удлинения корпуса 1 в осевом направлении, т.е. траектории перемещений периметра торцов дисков 17 и 18 будут определяться векторной суммой четырех описанных перемещений, а благодаря тому, что углы скоса этих торцов выполнены равными углам наклона получаемых результирующих векторов, контактные поверхности торцов дисков 17 и 18 в процессе работы тракта и вызываемой ею деформации будут скользить по контактным поверхностям упорных шпангоутов 2 и 3, а степень осевого сжатия пакета будет сохраняться на одном уровне. Это сводит к минимуму возможные утечки газа из тракта в зазор 7 и из зазора 7 опять в тракт (в сторону меньших давлений). Благодаря этому, а также благодаря ступенчатости величин центральных отверстий между соседними дисками 5 и 6, обеспечивающей прерывистость по длине тракта зазоров 15, герметичность стенок тракта (т.е. утечки газа через эти стенки в осевом направлении) оказывается на приемлемом уровне: в самом деле, перетекание газа с одной боковой поверхности любой из пластин 9, 10, 11, 12 на другую не может быть существенным, т.к. перепад давления по тракту на участке длиной, равной толщине этих пластин достаточно мал и не достаточен для преодоления гидродинамического сопротивления пути возможной утечки газа. Перепад давлений между двумя удаленными друг от друга пластинами оказывается большим, но гидродинамическое сопротивление лабиринтного уплотнения, образованного ступеньками из пластин разной ширины не оставляет места существенным утечкам газа и в этом направлении.

При уменьшении теплового воздействия от потока или при остывании тракта длина длинных пластин 9(11) уменьшается, сокращая тем самым расстояние между двумя упорами 13, принадлежащими одной и той же пластине 9(11). В результате упоры 13 начинают сползать по наклонной поверхности пазов 14 в сторону оси тракта. Это соскальзывание аналогично сползанию груза с наклонной плоскости, наклоненной круче угла трения контактной пары соответствующих материалов. Такое сползание становится возможным благодаря сокращению длины подпирющих длинные пластины 9 (11) коротких пластин 10 (12). Это сокращение длины пластин 10 (12) регламентирует величину сползания пластин 9 (11), тем самым однозначно фиксируя весь слой эрозионностойкой облицовки.

Технико-экономическая эффективность предлагаемого изобретения в сравнении с прототипом, за который принято высокотемпературное газовое сопло для ракетного двигателя (см. патент США N 3200585), заключается в увеличении уровня допустимой рабочей температуры и повышении ресурса работы элемента тракта (преимущественно неосесимметричного) высокотемпературного потока, а также в упрощении технологии его изготовления.

Формула изобретения:

Элемент тракта высокотемпературного потока, содержащий осесимметричный корпус с внутренней теплоизоляцией и установленные по его торцам упорные шпангоуты с конической упорной поверхностью, теплоаккумулирующую армировку, выполненную в виде пакета дисков с многогранными (например, четырехгранными) центральными отверстиями, ступенчато отличающимися между соседними дисками по величине, эрозионностойкую облицовку в виде размещенных в этих отверстиях разрезных слоев, образующих своими обращенными к оси корпуса гранями своего периметра профиль проточной части тракта, отличающийся тем, что разрезные эрозионностойкие слои представляют контактирующие между собой пластины, а на внешних гранях всех или некоторых из них выполнены упоры, контактирующие с ответными им пазами в многогранных отверстиях теплоаккумулирующих дисков, причем контактные поверхности упоров скошены навстречу друг к другу под углом, соответствующим траектории перемещения упоров вследствие термических деформаций периметра облицовки, но большим угла трения контактной пары материалов облицовки и армировки, а остальное, не занятое упорами пространство между облицовкой и армировкой представляет из себя зазор, величина которого определяется максимально возможными термическими расширениями пластин и дисков, при этом контакт между соседними в эрозионностойком слое пластинами выполнен в виде фиксаторов, препятствующих взаимному смещению (проскальзыванию) пластин в слое, кроме того, коническая упорная поверхность упорных шпангоутов выполнена под углом, определяемым траекторией перемещения внешних периметров крайних дисков пакета теплоаккумулирующей армировки,

соответствующего совместным деформациям
от всего комплекса регламентированных

нагрузок.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

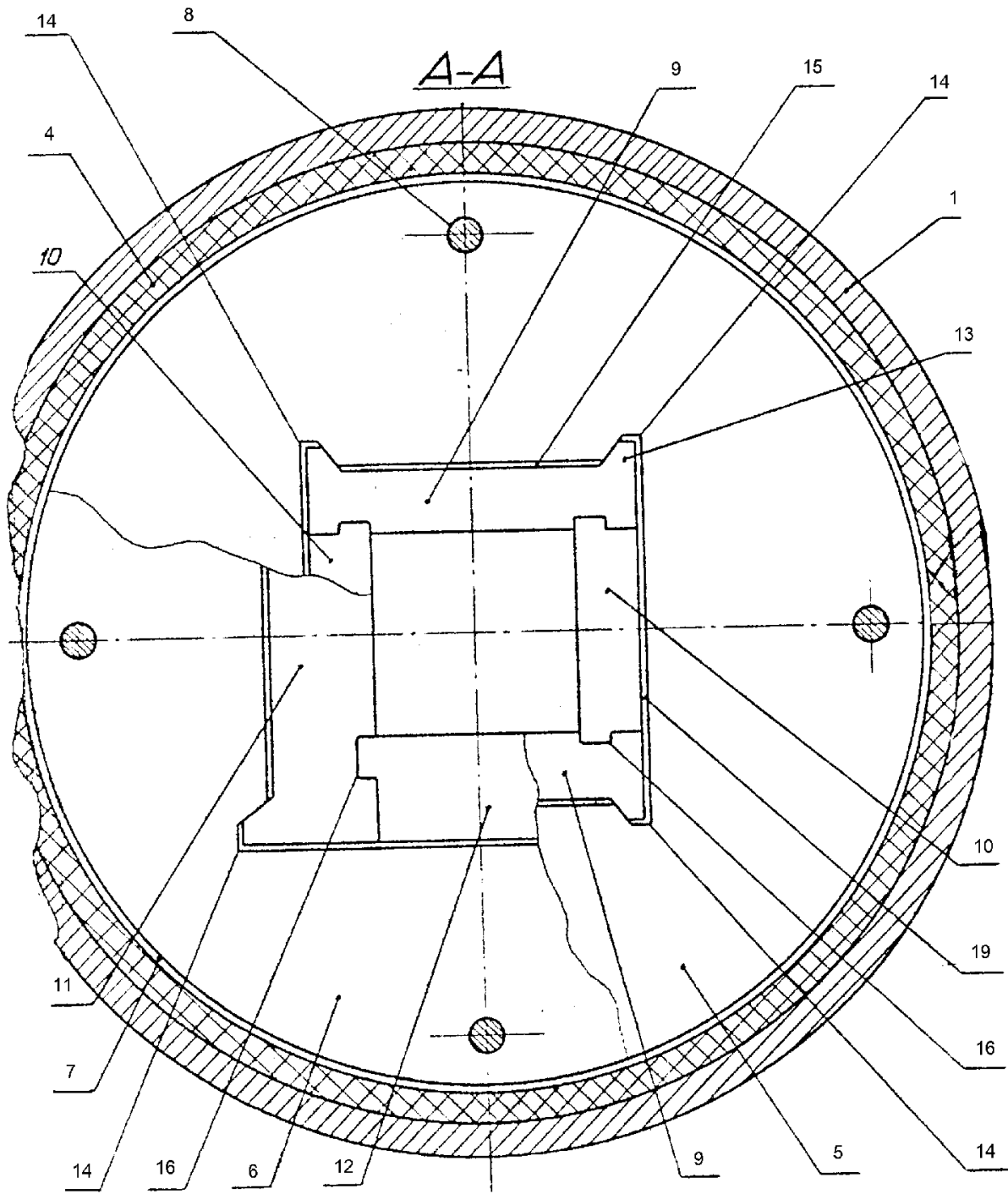
60

-8-

RU 2084678 C1

RU 2084678 C1

RU 2084678 C1



RU 2084678 C1