

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **148 623** ⁽¹³⁾ **U1**

(51) МПК

[F02K 9/62 \(2006.01\)](#)

[F28F 3/02 \(2006.01\)](#)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: [2013159104/06](#), 30.12.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.12.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 30.12.2013

(45) Опубликовано: [10.12.2014](#) Бюл. № 34

Адрес для переписки:

394026, г. Воронеж, Московский пр-кт, 14,
ГОУВПО "ВГТУ", патентный отдел

(72) Автор(ы):

**Черниченко Владимир Викторович (RU),
Шепеленко Виталий Борисович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Воронежский государственный
технический университет" (RU)**

(54) **КОЛЬЦЕВАЯ КАМЕРА ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ**

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области ракетного двигателестроения и может быть использована при создании безгенераторных жидкостных ракетных двигателей, работающих на криогенных компонентах, например кислороде и водороде.

Кольцевая камера жидкостного ракетного двигателя содержит сопло, регенеративно охлаждаемую камеру сгорания, состоящие из нескольких скрепленных между собой внутренних и наружных оболочек, при этом на наружной поверхности внутренних оболочек выполнены ребра, смесительную головку, расположенную осесимметрично внутри сопла, коллекторы горючего и окислителя. Камера сгорания выполнена с профилированной внутренней стенкой и расположена вдоль продольной оси камеры, а внутри камеры сгорания установлен охлаждаемый цилиндр, состоящий из нескольких коаксиально установленных оболочек, на поверхностях которых выполнены ребра тракта охлаждения, один торец которого соединен со смесительной головкой, другой - с центральной частью сопла и вместе с профилированной внутренней стенкой камеры сгорания образует кольцевое критическое сечение. Упомянутые оболочки и ребра образуют каналы охлаждения, при этом между ребрами тракта охлаждения выполнены полые перемычки, соединяющие вершины ребер между собой, причем наружный профиль указанных перемычек соответствует профилю тракта охлаждения. Между перемычками и ребрами выполнены кольцевые

радиальные канавки, причем ширина канавки не превышает ширины канала тракта охлаждения в месте выполнения упомянутых канавок.

В варианте исполнения, перемычки соединяют вершины всех ребер между собой с образованием единой кольцевой поверхности.

В варианте исполнения, перемычки соединяют вершины всех ребер между собой с образованием единой кольцевой поверхности, наружный профиль которой эквидистантен внутреннему профилю наружной оболочки в месте контакта с наружной поверхностью внутренней оболочки, 1 н.п. ф-лы, 2 з.п. ф-лы, 3 илл.

Полезная модель относится к области ракетного двигателестроения и может быть использована при создании безгенераторных жидкостных ракетных двигателей, работающих на криогенных компонентах, например кислороде и водороде.

В настоящее время одной из основных проблем при создании жидкостных ракетных двигателей является получение высокого значения удельного импульса тяги при уменьшении габаритных размеров камеры, в частности сопла. Одним из путей, позволяющих обеспечить достаточно высокое значение удельного импульса тяги при уменьшении габаритных размеров камеры, является использование вместо обычных круглых сопел Лавала кольцевых сопел. Отличие между соплом Лавала и кольцевым состоит в том, что кольцевое сопло имеет форму критического сечения не круглую, а кольцевую. Кольцевые сопла позволяют увеличить площадь выходного сечения сопла и разместить часть агрегатов в центральной части, что приводит к уменьшению линейных размеров двигателя.

Известна принципиальная схема кольцевой камеры жидкостного ракетного двигателя, реализующая данный принцип (А.П. Васильев и др. "Основы теории и расчета жидкостных ракетных двигателей", Москва, "Высшая школа", 1967 г., рис.Х. 186).

Известен тракт охлаждения теплонапряженных конструкций, содержащий внутреннюю профилированную оболочку, на внешней поверхности которой выполнены ребра тракта охлаждения, наружную профилированную оболочку, установленную на внутреннюю и скрепленную с ней по вершинам ребер тракта охлаждения, при этом, между ребрами тракта охлаждения выполнены полые перемычки, соединяющие вершины ребер между собой (патент РФ №2391615, 2008149563/06 от 17.12.2008, опубликовано: 10.06.2010, МПК: F28F 3/02, F28D 1/02).

Указанный тракт охлаждения теплонапряженных конструкций работает следующим образом.

Охладитель подается в тракт охлаждения, движется по пазам между ребрами и охлаждает огневую поверхность внутренней профилированной оболочки. За счет соединения оболочек между собой не только по вершинам ребер, но и по дополнительным поверхностям полых перемычек, происходит увеличение устойчивости и прочности внутренней оболочки. Повышенная устойчивость и прочность внутренней оболочки позволяет увеличить давление в тракте охлаждения изделия и внутри самого изделия, что, в конечном итоге, позволяет повысить эффективность рабочего процесса.

Недостатками указанного решения является то, что в этом случае образуются достаточно длинные участки для выхода фрезы при получении перемычек на внутренней оболочке, что приводит к необходимости дальнейшей выборки металла в зоне расположения перемычек при помощи пальчиковой фрезы или при помощи электроэрозии, что приводит к увеличению трудоемкости изготовления внутренней оболочки.

Известна кольцевая камера жидкостного реактивного двигателя, содержащая сопло, камеру сгорания со смесительной головкой с полостями горючего и

окислителя, расположенную осесимметрично внутри сопла, коллекторы горючего и окислителя, при этом камера сгорания выполнена с профилированной внутренней стенкой и расположена вдоль продольной оси камеры, а внутри камеры сгорания установлен охлаждаемый цилиндр, один торец которого соединен со смесительной головкой, другой - с центральной частью сопла и вместе с профилированной внутренней стенкой камеры сгорания образует кольцевое критическое сечение (патент РФ №№2151318, заявка 99106229/06 от 06.04.1999, опубликовано 20.06.2000 г., МПК: F02K-прототип)

Указанная кольцевая камера работает следующим образом.

Компоненты топлива подаются в смесительную головку и из нее через форсунки в камеру сгорания, где происходит их воспламенение. Продукты сгорания расширяются в камере сгорания и движутся к кольцевому критическому сечению, дойдя до которого разворачиваются в нем практически на 180° и поступают к срезу сопла.

Подача охладителя в охлаждающий тракт при работе кольцевой камеры осуществляется по двум параллельным контурам. В первый, наиболее напряженный контур, состоящий из тракта охлаждения внутренней стенки охлаждаемого цилиндра, наружной кольцевой полости тракта охлаждения, кольцевого критического сечения, внутренней кольцевой полости и тракта охлаждения наружной профилированной стенки охлаждаемого цилиндра, охладитель подается в зоне минимальных тепловых потоков корпуса камеры расходом, равным $0,45 \dots 0,65$ общего расхода.

Этот расход через половину пазов направляется на охлаждение критического сечения и, повернув в переточных канавках на 180° , по смежным пазам направляется в сторону смесительной головки, растекаясь в районе коллектора подачи горючего по всем пазам рубашки охлаждения. В районе смесительной головки охладитель перетекает на охлаждение части корпуса камеры сгорания и продолжает течение от головки до конца цилиндрической части.

Подвод и отвод охладителя на охлаждение второго контура, состоящего из тракта охлаждения кольцевого сопла и части тракта охлаждения профилированной стенки расходом, равным $0,35 \dots 0,55$ общего расхода охладителя, осуществляется через два коллектора.

В данной кольцевой камере охладитель подается в тракт охлаждения, движется по пазам между ребрами и охлаждает, таким образом, рабочие поверхности профилированных оболочек. За счет соединения оболочек между собой только по вершинам ребер, при увеличении давления в тракте охлаждения выше заданного предела не обеспечивается прочность и устойчивость внутренних оболочек, что ведет к потере работоспособности кольцевой камеры.

Задачей предлагаемой полезной модели является устранение указанных недостатков и создание тракта охлаждения кольцевой камеры жидкостного ракетного двигателя, конструкция которого позволяет упростить процесс изготовления внутренней оболочки и улучшить условия перемешивания охладителя, поступающего по изолированным каналам.

Поставленная задача достигается тем, что в предложенной кольцевой камере жидкостного ракетного двигателя, содержащей сопло, регенеративно охлаждаемую камеру сгорания, состоящие из нескольких скрепленных между собой внутренних и наружных оболочек, при этом на наружной поверхности внутренних оболочек выполнены ребра, смесительную головку, расположенную осесимметрично внутри сопла, при этом камера сгорания выполнена с профилированной внутренней стенкой и расположена вдоль продольной оси камеры, а внутри камеры сгорания установлен охлаждаемый цилиндр, состоящий из нескольких коаксиально установленных оболочек, на поверхностях которых выполнены ребра тракта охлаждения, один торец которого соединен со смесительной головкой, другой - с центральной частью сопла и

вместе с профилированной внутренней стенкой камеры сгорания образует кольцевое критическое сечение, причем упомянутые оболочки и ребра образуют каналы охлаждения, при этом между ребрами тракта охлаждения выполнены полые перемычки, соединяющие вершины ребер между собой, причем наружный профиль указанных перемычек соответствует профилю тракта охлаждения, согласно техническому решению, между перемычками и ребрами выполнены кольцевые радиальные канавки, причем ширина канавки не превышает ширины канала тракта охлаждения в месте выполнения упомянутых канавок.

В варианте исполнения, перемычки соединяют вершины всех ребер между собой с образованием единой кольцевой поверхности.

В варианте исполнения, перемычки соединяют вершины всех ребер между собой с образованием единой кольцевой поверхности, наружный профиль которой эквидистантен внутреннему профилю наружной оболочки в месте контакта с наружной поверхностью внутренней оболочки.

Наиболее оптимальные условия для работы камеры достигаются в случае, когда перемычки соединяют вершины всех ребер между собой с образованием единой кольцевой поверхности, наружный профиль которой эквидистантен внутреннему профилю наружной оболочки в месте контакта с наружной поверхностью внутренней оболочки.

В этом случае кольцевые поверхности перемычек образуют дополнительные бандажи жесткости, которые увеличивают устойчивость оболочки при воздействии на нее давления охладителя в пазах тракта охлаждения. Кроме этого, кольцевая поверхность перемычки позволяет увеличить площадь поверхности под пайку без увеличения толщины ребра и увеличения перепада давления в тракте, уменьшить в несколько раз длину неподкрепленной части ребра за счет образования дополнительных опор.

Критерий ширина канавки не превышает ширины канала тракта охлаждения в месте выполнения упомянутых канавок выбран исходя из того, что при дальнейшем его увеличении происходит ослабление оболочки в месте выполнения перемычек из-за увеличения длины неподкрепленных участков.

Наличие кольцевых радиальных канавок между ребрами и перемычками, позволяет значительно упростить процесс изготовления полых перемычек за счет обеспечения доступа инструмента в зону перемычек и обеспечить требуемую равномерность распределения компонента по тракту охлаждения за счет перемешивания и перераспределения компонента в канавках. В этом случае металл, прилегающий к зоне перемычек, выбирается при помощи токарной обработки с последующим удалением излишков металла при помощи долбяка.

Сущность полезной модели иллюстрируется чертежами, где на фиг.1 показан продольный осевой разрез кольцевой камеры ЖРД, на фиг.2 - поперечный разрез тракта охлаждения, на фиг.3 - часть тракта охлаждения с перемычками в аксонометрии.

Кольцевая камера ЖРД содержит регенеративно охлаждаемую кольцевую камеру сгорания 1 со смесительной головкой 2 и тарельчатым соплом 3 внешнего расширения с кольцевым критическим сечением 4. Тракт охлаждения охлаждаемых частей, например, тарельчатого сопла 3, образован внутренней оболочкой 5, на наружной поверхности которой профрезерованы ребра 6, образующие совместно с соответствующей наружной оболочкой 7 каналы охлаждения 8. Вершины ребер 6 соединяются между собой при помощи полых перемычек 9. Между перемычками 9 и ребрами 6 выполнены кольцевые радиальные канавки 10.

Предложенное устройство работает следующим образом.

Компоненты топлива подаются в смесительную головку 2 и из нее через форсунки в кольцевую камеру сгорания 1, где происходит их воспламенение. Продукты

сгорания расширяются в камере сгорания 2 и движутся к кольцевому критическому сечению 4, дойдя до которого разворачиваются в нем практически на 180° и поступают к срезу тарельчатого сопла 3. Охладитель подается в тракт охлаждения, движется по каналам 8 между ребрами 6 и охлаждает, например, огневую поверхность внутренней профилированной оболочки 5. За счет соединения оболочек между собой не только по вершинам ребер 6, но и по дополнительным поверхностям полых перемычек 9, происходит увеличение устойчивости и прочности внутренней оболочки 5. Струи охладителя, поступая в полые перемычки 9 и выходя из них, перемешиваются в кольцевых радиальных канавках 10, что улучшает равномерность распределения охладителя по каналам охлаждения.

Струи охладителя, поступая в полые перемычки 9 и выходя из них, перемешиваются в кольцевых радиальных канавках 10, что улучшает равномерность распределения охладителя по каналам охлаждения.

В варианте исполнения, кольцевые поверхности перемычек образуют дополнительные бандажи жесткости, которые увеличивают устойчивость оболочки при воздействии на нее давления охладителя в пазах тракта охлаждения. Кроме этого, кольцевая поверхность перемычки позволяет увеличить площадь поверхности под пайку без увеличения толщины ребра и увеличения перепада давления в тракте, уменьшить в несколько раз длину неподкрепленной части ребра за счет образования дополнительных опор.

Наиболее оптимальные условия для пайки достигаются в случае, если поверхности под пайку выполнены эквидистатными, т.е. профиль одной поверхности повторяет профиль другой поверхности.

Повышенная устойчивость и прочность внутренней оболочки 5 позволяет увеличить давление в тракте охлаждения камеры и в самой камере, что, в конечном итоге, позволяет повысить эффективность рабочего процесса.

Проведенные расчеты показали, что при выполнении одного пояса перемычек давление внутри тракта охлаждения может быть повышено на 25-30%.

Использование предложенного технического решения позволит повысить устойчивость внутренней оболочки и повысить прочность кольцевой камеры в целом.