

**C2**

(51) МПК

F02K 9/64 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: **2012103690/06**, 02.02.2012(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.02.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **02.02.2012**(43) Дата публикации заявки: **10.08.2013** Бюл.
№ 22(45) Опубликовано: **10.06.2014** Бюл. № **16**(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **RU 2061890 C1, 10.06.1996. RU**
2392478 C1, 10.05.2010. EP 0780563 A3,
25.06.1997. US 4781019 A1, 01.11.1988. FR
2744174 A1, 01.08.1997. DE 10156124 A1,
16.11.2001

Адрес для переписки:

394026, г.Воронеж, Московский просп., 14,
ГОУВПО "ВГТУ", патентный отдел

(72) Автор(ы):

Черниченко Владимир Викторович (RU),
Рубинский Виталий Романович (RU),
Барakov Александр Валентинович (RU),
Зворыкин Илья Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Воронежский государственный
технический университет" (RU)(54) **КАМЕРА ЖИДКОСНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области ракетной техники. Камера жидкостного ракетного двигателя содержит наружную и огневую оболочки с каналами охлаждения между ними, образованными двутавровыми проставками, на которых размещены турбулизаторы потока. Полки двутавровых проставок выполнены переменной ширины за счет выполнения на них чередующихся выборок, при этом турбулизаторы

потока образованы указанными чередующимися выборками, выборки на каждой полке двутавровой проставки выполнены в шахматном порядке, выборки на верхней и нижней полках двутавровой проставки выполнены в шахматном порядке, выборки смежных проставок расположены таким образом, что выборки на полках одной проставки располагаются напротив выступов смежной с ней проставки, глубина выборки составляет 25-75% ширины полки, в вертикальных стенках двутавровых проставок выполнены сквозные каналы. Изобретение обеспечивает повышение эффективности теплообмена в каналах. 5 з.п. ф-лы, 6 ил.

Изобретение относится к области ракетной техники, а именно к двигателестроению, и может быть использовано при создании камер жидкостных ракетных двигателей (ЖРД).

Одним из основных направлений в совершенствовании ЖРД является увеличение давления в камере. В свою очередь, увеличение давления ограничивается прочностью камеры ЖРД и, в первую очередь, прочностью тракта охлаждения.

В настоящее время в основном применяется регенеративное охлаждение огневой стенки камеры ЖРД, заключающееся в подаче охладителя по специальным пазам, выполненным между внутренней огневой и наружной силовой оболочками, скрепленными между собой по вершинам пазов тракта охлаждения при помощи пайки специальным припоем.

Прочность тракта охлаждения определяется прочностью паяных швов между внутренней и наружной оболочками из-за того, что прочность припоя ниже прочности материала оболочек. Для увеличения прочности паяного соединения необходимо увеличение площади соприкосновения контактируемых поверхностей. Увеличение толщины ребра нецелесообразно из-за того, что это ведет к уменьшению числа ребер и увеличению перепада давлений в тракте охлаждения камеры. Как правило, при увеличении давления внутри тракта охлаждения оболочка теряет устойчивость и вспучивается в цилиндрической части, т.к. в сужающейся части камеры происходит уменьшение внутреннего диаметра оболочки, что ведет к уменьшению внутренних напряжений.

Известна конструкция КС, состоящая из внутренней и наружной оболочек, связанных гофрированной проставкой, на вертикальных ребрах которой выполнены турбулизирующие выступы (Калинин Э.К., Дрейцер Г.А., Ярхо С.А. Интенсификация теплообмена в каналах. М.: Машиностроение, 1981, с.145-146).

Введение в конструкцию турбулизаторов позволяет многократно повысить эффективность теплообмена в охлаждающих каналах. Но известное конструктивное оформление не является оптимальным с точки зрения применения турбулизаторов, т.к. выполнение выступов на вертикальных ребрах гофров технологически затруднительно, и при этом в одних каналах получаются выступы, а в смежных вмятины.

Известна также КС ЖРД с трактом регенеративного охлаждения, содержащая наружную и огневую оболочки с каналами охлаждения между ними, в которых размещены турбулизирующие выступы (Патент США N 4781019, кл. F02K 9/64, опублик. 1988).

Такое конструктивное оформление турбулизирующих выступов не является технологичным, т.к. связано со сложностью и высокой трудоемкостью изготовления.

Известна камера сгорания жидкостного реактивного двигателя с трактом регенеративного охлаждения, содержащая наружную и огневую оболочки с каналами охлаждения между ними, в которых размещены турбулизирующие выступы, при этом каналы охлаждения образованы двутавровыми проставками, а турбулизирующие выступы выполнены на вертикальной стенке и полках каждой проставки

симметрично вертикальной оси двутавра с равномерным шагом по его длине (патент РФ №2061890, МПК: F02K 19/62 - прототип).

Указанная камера сгорания состоит из огневой оболочки, двутавровых проставок и наружной оболочки.

На огневой оболочке с равномерным шагом образованы турбулизирующие выступы. На полках и вертикальной стенке двутавровых проставок симметрично вертикальной оси двутавра выполнены турбулизирующие выступы. Выступы получают при прокатке двутавровых проставок за счет выполнения соответствующих лунок на рабочих поверхностях прокатных роликов. Выступы расположены группами по 6 штук с расчетным равномерным шагом по длине проставок. Оси турбулизирующих выступов в смежных проставках расположены на одном уровне. Это позволяет обеспечивать за счет выбора высоты турбулизирующих выступов требуемое локальное сужение охлаждающих каналов с заданным шагом по длине образующей КС.

Основным недостатком является то, что выступы образуются при прокатке и имеют достаточно обтекаемую форму, что не позволяет получить требуемую степень турбулизации потока и соответственно интенсифицировать теплопередачу. Кроме этого, в местах прилегания полки двутавровой проставки к стенкам тракта также ухудшаются условия теплопередачи, так как образуется толщина, равная толщине стенки и толщине полки, что ведет к ухудшению условий теплообмена и росту массы камеры сгорания.

Задачей изобретения является устранение указанных недостатков и создание тракта регенеративного охлаждения камеры жидкостного ракетного двигателя, применение которого позволит интенсифицировать процесс теплопередачи между поверхностью огневой стенки и охладителем.

Решение указанной задачи достигается за счет того, что в предложенном тракте регенеративного охлаждения камеры жидкостного ракетного двигателя, содержащем наружную и огневую оболочки с каналами охлаждения между ними, образованными двутавровыми проставками, на которых размещены турбулизаторы потока, согласно изобретению полки двутавровых проставок выполнены переменной ширины за счет выполнения на них чередующихся выборок, при этом турбулизаторы потока образованы указанными чередующимися выборками.

В варианте исполнения выборки на каждой полке двутавровой проставки выполнены в шахматном порядке.

В варианте исполнения выборки на верхней и нижней полках двутавровой проставки выполнены в шахматном порядке.

В варианте исполнения выборки смежных проставок расположены таким образом, что выборки на полках одной проставки располагаются напротив выступов смежной с ней проставки.

В варианте исполнения глубина выборки составляет 25-75% ширины полки.

Нижнее значение указанного соотношения выбрано, исходя из того, что при дальнейшем его уменьшении происходит ухудшение условий турбулизации, и наличие выборки практически не сказывается на интенсификации теплообмена.

Верхнее значение указанного соотношения выбрано, исходя из того, что при дальнейшем его увеличении происходит ухудшение прочностных характеристик соединения проставки и оболочки.

В варианте исполнения, в вертикальных стенках двутавровых проставок выполнены сквозные каналы.

Положительными техническими результатами предлагаемого технического решения являются в области конструкции обеспечение высокой эффективности теплообмена в каналах за счет применения заданной величины локальных сужений

охлаждающих каналов с расчетным шагом и каналов перетока охладителя из одного канала в другой, что значительно позволяет улучшить условия теплообмена.

Сущность изобретения иллюстрируется чертежами, где на фиг.1 показан поперечный разрез тракта камеры при выполнении выборок на каждой полке, на фиг.2 - вид сверху в варианте выполнения выборок на каждой полке, на фиг.3 - поперечный разрез тракта камеры при выполнении выборок на полках тавровой проставки в шахматном порядке, на фиг.4 - вид сверху в варианте выполнения выборок на полках тавровой проставки в шахматном порядке, на фиг.5 - поперечный разрез тракта в варианте выполнения выборок смежных проставок таким образом, что выборки одной проставки располагаются напротив выступов смежной с ним проставки, на фиг.6 - вид сверху в варианте выполнения выборок смежных проставок таким образом, что выборки одной проставки располагаются напротив выступов смежной с ним проставки.

Камера жидкостного ракетного двигателя содержит наружную 1 и огневую 2 оболочки с каналами охлаждения 3 между ними, образованными двутавровыми проставками 4. Полки двутавровых проставок 4 выполнены переменной ширины за счет выполнения на них чередующихся выборок 5, при этом турбулизаторы потока образованы указанными чередующимися выборками 5. В вертикальных стенках двутавровых проставок 4 выполнены сквозные каналы 6.

Предложенная камера работает следующим образом.

Охладитель подается по каналам охлаждения 3, охлаждает огневую оболочку 2 и нагревается за счет теплообмена с огневой оболочкой 2. При обтекании горизонтальных полок двутавровых проставок 4, на которых выполнены выборки 5, происходит турбулизация потока за счет его попеременного расширения-сжатия, что улучшает перемешивание слоев потока между собой. Выполнение сквозных каналов 6 в вертикальных стенках двутавровых проставок 4 позволяет обеспечить перетекание охладителя из одного канала охлаждения 3 в другой, что дополнительно турбулизует поток и улучшает условия теплообмена.

Использование предложенного технического решения позволит создать тракт регенеративного охлаждения камеры жидкостного ракетного двигателя, применение которого позволит интенсифицировать процесс теплопередачи между поверхностью огневой стенки и охладителем.

Формула изобретения

1. Камера жидкостного ракетного двигателя, содержащая наружную и огневую оболочки с каналами охлаждения между ними, образованными двутавровыми проставками, на которых размещены турбулизаторы потока, отличающаяся тем, что полки двутавровых проставок выполнены переменной ширины за счет выполнения на них чередующихся выборок, при этом турбулизаторы потока образованы указанными чередующимися выборками.

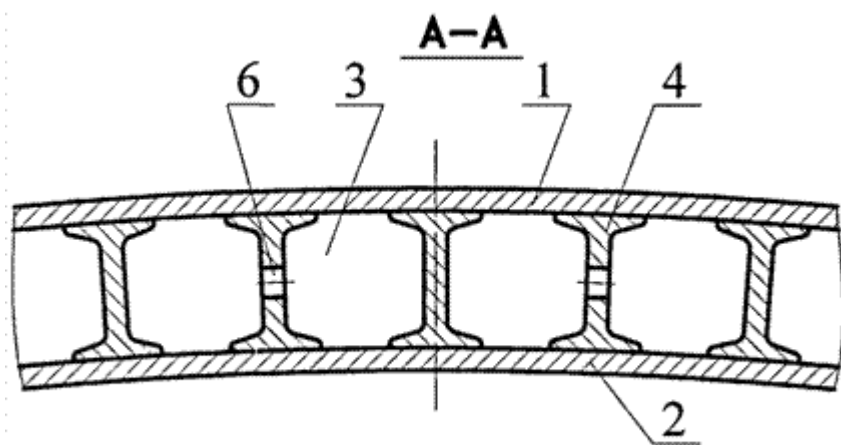
2. Камера жидкостного ракетного двигателя по п.1, отличающаяся тем, что выборки на каждой полке двутавровой проставки выполнены в шахматном порядке.

3. Камера жидкостного ракетного двигателя по п.1, отличающаяся тем, что выборки на верхней и нижней полках двутавровой проставки выполнены в шахматном порядке.

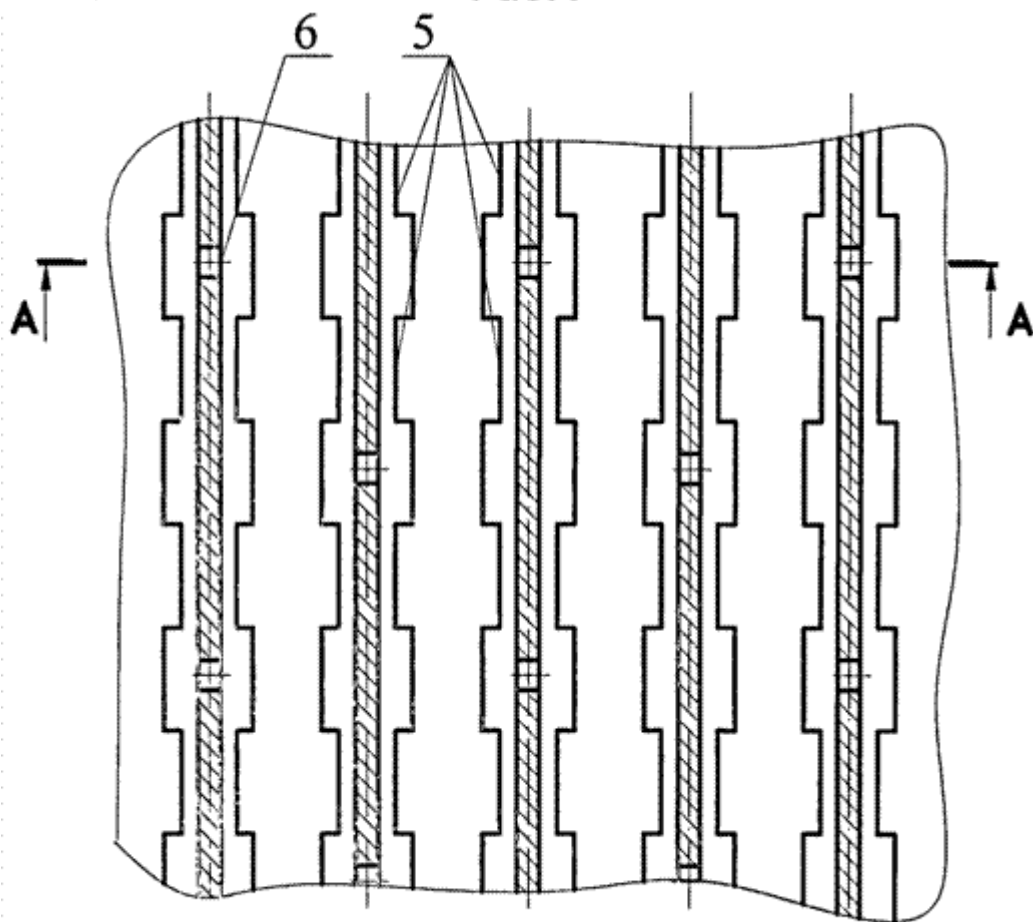
4. Камера жидкостного ракетного двигателя по п.1, отличающаяся тем, что выборки смежных проставок расположены таким образом, что выборки на полках одной проставки располагаются напротив выступов смежной с ним проставки.

5. Камера жидкостного ракетного двигателя по п.1, отличающаяся тем, что глубина выборки составляет 25-75% ширины полки.

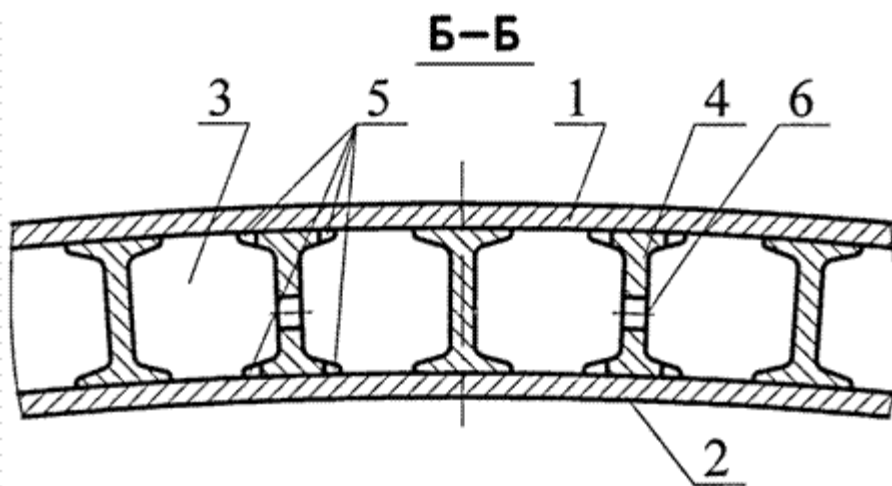
6. Камера жидкостного ракетного двигателя по п.1, отличающаяся тем, что в вертикальных стенках двутавровых проставок выполнены сквозные каналы.



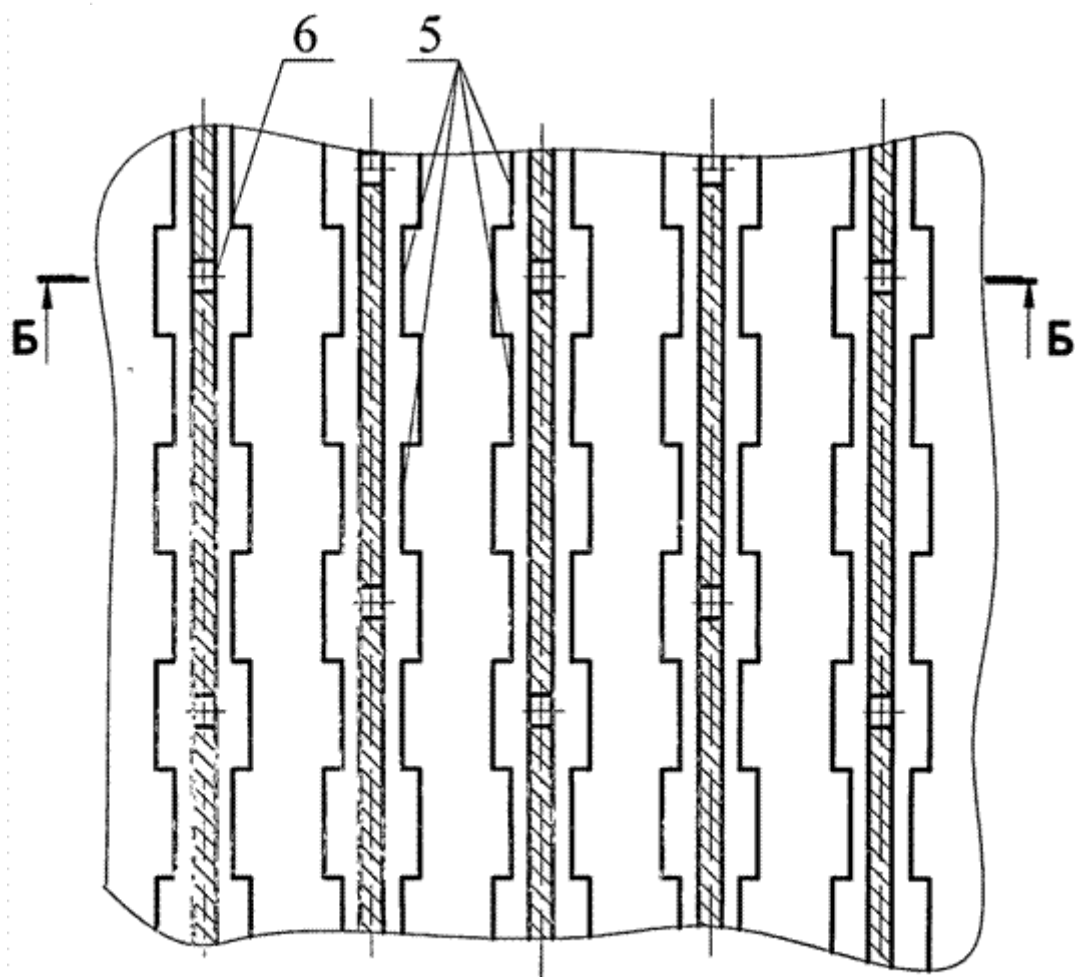
Фиг.1



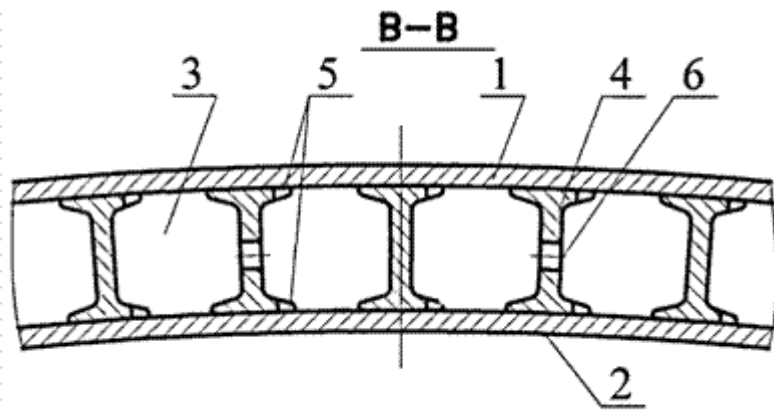
Фиг.2



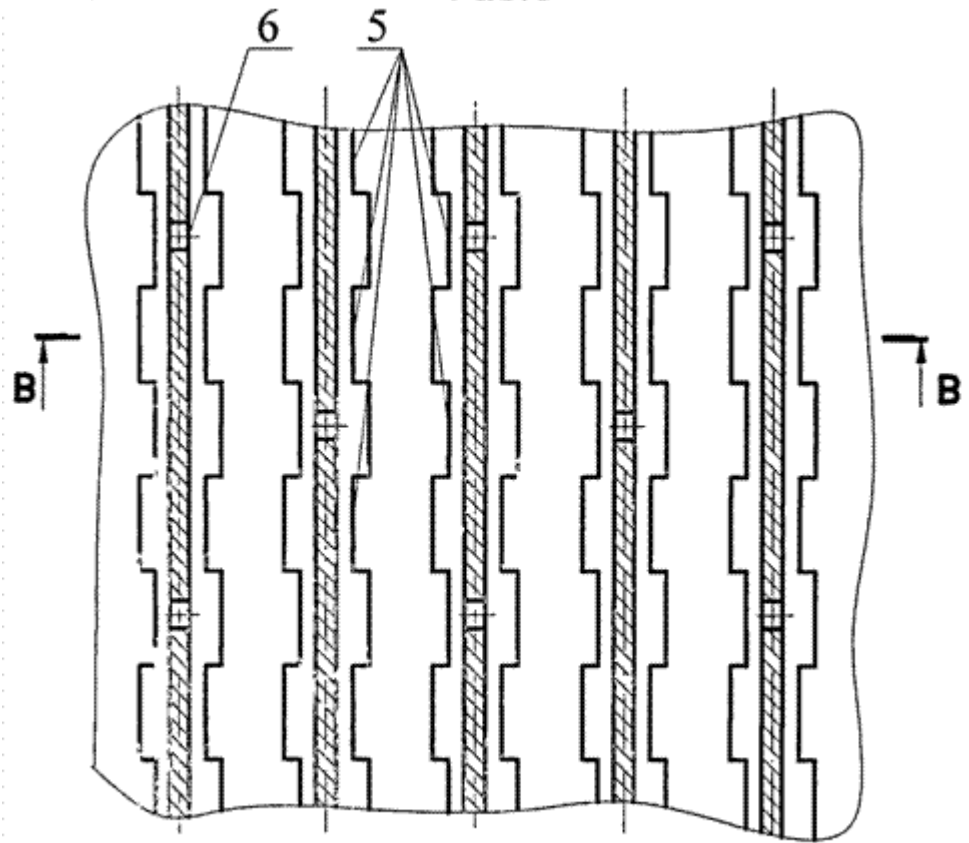
Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5



Фиг.6