



(51) МПК  
**F02K 9/52** (2006.01)  
**F02K 9/60** (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

*На основании пункта 1 статьи 1366 части четвертой Гражданского кодекса Российской Федерации патентообладатель обязуется заключить договор об отчуждении патента на условиях, соответствующих установившейся практике, с любым гражданином Российской Федерации или российским юридическим лицом, кто первым изъявил такое желание и уведомил об этом патентообладателя и федеральный орган исполнительной власти по интеллектуальной собственности.*

(21)(22) Заявка: **2012126642/06, 27.06.2012**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**27.06.2012**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **27.06.2012**

(45) Опубликовано: **20.08.2013** Бюл. № 23

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **ГАХУН Г.Г. и др. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей. - М.: Машиностроение, 1969, с.93, 94, ЖРД SSME. RU 2345238 C1, 27.01.2009. RU 2171427 C2, 27.07.2001. FR 2712030 A1, 12.05.1996. FR 2698914 A1, 10.06.1994.**

Адрес для переписки:

**394088, г.Воронеж-88, ул. Хользунова, 111, кв.89, В.В. Черниченко**

(72) Автор(ы):

**Черниченко Владимир Викторович (RU),  
 Шепеленко Виталий Борисович (RU),  
 Чернышов Валерий Александрович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Черниченко Владимир Викторович (RU)**

**(54) ЖИДКОСТНЫЙ РАКЕТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области энергетических установок, а именно к устройствам для перемешивания и распыливания компонентов топлива, и может быть использовано при разработке жидкостных ракетных двигателей (ЖРД), особенно работающих на трехкомпонентном топливе. ЖРД содержит газогенератор, турбонасосный агрегат, агрегаты питания и регулирования, камеру со смесительной головкой, включающей корпус, блок подачи окислителя, преимущественно кислорода, блок подачи основного горючего, блок подачи дополнительного горючего, блок огневого днища. В указанных блоках по

концентрическим окружностям установлены коаксиальные соосно-струйные форсунки, образующие центральную и периферийную зоны. Коаксиальные соосно-струйные форсунки включают полый наконечник, соединяющий полость окислителя с зоной горения, втулку, охватывающую с зазором наконечник и соединяющую полость первого горючего с зоной горения. В наконечниках, как минимум, форсунок центральной зоны в выходной части имеются радиально расположенные пазы, выполненные в виде чередующихся выступов и впадин, причем радиально расположенные пазы выполнены таким образом, что периметр центральной части струи, ограниченный образующими

лучей, составляет не более  $3s$ , длина луча -  $2,3...2,5s$ , где  $s$  - толщина луча, при этом число лучей равно трем, причем во втулке, между выступами наконечника, выполнены каналы, выходная часть которых открывается в зону

горения, входная - соединяется с полостью дополнительного горючего. Изобретение обеспечивает повышение полноты смесеобразования при работе на трехкомпонентном топливе. 5 ил.

RU 2490503 C1

RU 2490503 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
**F02K 9/52** (2006.01)  
**F02K 9/60** (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

*According to Art. 1366, par. 1 of the Part IV of the Civil Code of the Russian Federation, the patent holder shall be committed to conclude a contract on alienation of the patent under the terms, corresponding to common practice, with any citizen of the Russian Federation or Russian legal entity who first declared such a willingness and notified this to the patent holder and the Federal Executive Authority for Intellectual Property.*

(21)(22) Application: **2012126642/06, 27.06.2012**

(24) Effective date for property rights:  
**27.06.2012**

Priority:

(22) Date of filing: **27.06.2012**

(45) Date of publication: **20.08.2013 Bull. 23**

Mail address:

**394088, g.Voronezh-88, ul. Khol'zunova, 111,  
kv.89, V.V. Chernichenko**

(72) Inventor(s):

**Chernichenko Vladimir Viktorovich (RU),  
Shepelenko Vitalij Borisovich (RU),  
Chernyshov Valerij Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Chernichenko Vladimir Viktorovich (RU)**

**(54) LIQUID-PROPELLANT ENGINE**

(57) Abstract:

FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: liquid-propellant engine includes a gas generator, a turbo-pump unit, power supply and control units, a chamber with a mixing head, which includes a housing, a unit for supply of an oxidiser, mainly oxygen, a main fuel supply unit, an additional fuel supply unit and a fire bottom unit. In the above units there installed in concentric circles are coaxial uniaxial-jet injectors forming central and peripheral zones. Coaxial uniaxial-jet injectors include a hollow tip attaching the oxidiser cavity to combustion zone, a sleeve enclosing the tip with a gap and attaching the first fuel cavity to combustion zone. In tips of at least injectors of central zone

there are radially located slots in the outlet part, which are made in the form of alternating projections and cavities; radially located slots are made so that perimeter of central part of the jet, which is restricted with generatrices of beams, is not more than 3s, and beam length - 2.3...2.5s, where s is beam thickness. Number of beams is equal to three; in the sleeve between projections of the tip there are channels, the outlet part of which opens to combustion zone, and the inlet part is connected to the additional fuel cavity.

EFFECT: improving completeness of mixture formation at operation on three-component fuel.

5 dwg

Изобретение относится к области энергетических установок, а именно - к устройствам для перемешивания и распыливания компонентов топлива, и может быть использовано при разработке жидкостных ракетных двигателей (ЖРД), особенно работающих на трехкомпонентном топливе.

На настоящем этапе развития космических транспортных средств сложилась ситуация, когда возможности по совершенствованию химических ракетных двигателей традиционных типов (на основе стационарных или медленно протекающих рабочих процессов) практически полностью исчерпаны и ограничены незначительным улучшением энерго-массовых характеристик, достигаемым, как правило, в ущерб надежности, безопасности и экологичности.

Для разработки в дальнейшем наиболее эффективных одноступенчатых систем выведения необходимо создание ЖРД нового поколения, работающих при использовании с жидким кислородом двух горючих - водорода и углеводородного горючего (УВГ), чаще всего, керосина. Основным преимуществом трехкомпонентных ЖРД по сравнению с двухкомпонентными кислородно-водородными двигателями является уменьшение потребных запасов водорода в 1,5...2 раза, что позволит сократить затраты на выведение полезной нагрузки. Это обеспечит также уменьшение "сухой" массы конструкции носителя. Проведенные исследования показали конкурентоспособность и значительную эффективность ЖРД, работающих на трехкомпонентном топливе (жидкий кислород - углеводородное горючее/керосин - жидкий водород).

Известен жидкостный ракетный двигатель, содержащий камеру со смесительной головкой, включающей корпус, блок подачи окислителя, блок подачи горючего, огневое днище, коаксиальные соосно-струйные форсунки, расположенные в смесительной головке по концентрическим окружностям и образующие центральную и периферийную зоны, и включающие полый наконечник, соединяющий полость окислителя с зоной горения, втулку, охватывающую с зазором наконечник и соединяющую полость горючего с зоной горения, как минимум один газогенератор, как минимум, один турбонасосный агрегат, агрегаты питания и регулирования (Гахун Г.Г. и др. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей, М., Машиностроение, 1989 г., 420 стр. ЖРД SSME, стр.93-94 - прототип)

Указанный двигатель работает следующим образом.

Окислитель из полости блока подачи окислителя по каналам внутри форсунок поступает в камеру сгорания для дальнейшего использования.

Горючее из полости блока охлаждения огневого днища по втулкам форсунок подается в камеру сгорания. Генераторный газ из полости блока генераторного газа по каналам внутри форсунок поступает в камеру сгорания.

Компоненты топлива поступают в полость камеры сгорания, воспламеняются и сгорают, образуя при этом продукты сгорания. Продукты сгорания движутся к критическому сечению, проходят через него и расширяются в сопле, создавая при этом тягу.

Основными недостатками данного ЖРД является недостаточно высокое значение полноты рабочего процесса, обусловленное несовершенством принятой системы смесеобразования, и невозможность его работы на трехкомпонентном топливе «кислород-керосин-водород».

Задачей изобретения является устранение указанных недостатков и создание трехкомпонентного жидкостного ракетного двигателя, система смесеобразования которого позволит обеспечить повышенную полноту смесеобразования при работе на

всех режимах на трехкомпонентном топливе.

Поставленная задача достигается тем, что предложенный жидкостный ракетный двигатель, согласно изобретению, содержит, как минимум, один газогенератор, как минимум, один турбонасосный агрегат, агрегаты питания и регулирования, камеру с  
5 смесительной головкой, включающей корпус, блок подачи окислителя, преимущественно, кислорода, блок подачи основного горючего, блок подачи дополнительного горючего, блок огневого днища, при этом в указанных блоках по концентрическим окружностям установлены коаксиальные соосно-струйные  
10 форсунки, образующие центральную и периферийную зоны, причем упомянутые коаксиальные соосно-струйные форсунки включают полый наконечник, соединяющий полость окислителя с зоной горения, втулку, охватывающую с зазором наконечник и соединяющую полость первого горючего с зоной горения, при этом в наконечниках,  
15 как минимум, форсунок центральной зоны в выходной части имеются радиально расположенные пазы, выполненные в виде чередующихся выступов и впадин, причем радиально расположенные пазы выполнены таким образом, что периметр центральной части струи, ограниченный образующими лучей, составляет не более  $3s$ ,  
20 длина луча -  $2,3...2,5s$ , где  $s$  - толщина луча, при этом число лучей равно трем, причем во втулке, между выступами наконечника, выполнены каналы, выходная часть которых открывается в зону горения, входная - соединяется с полостью дополнительного горючего.

Сущность предложенного изобретения иллюстрируется чертежами, где на фиг.1 показан ЖРД, на фиг.2 - смесительная головка камеры ЖРД, на фиг.3 - осевой разрез  
25 соосно-струйной форсунки, на фиг.4 - поперечный разрез выходной части соосно-струйной форсунки с трехлучевой выходной частью наконечника, на фиг.5 - поперечный разрез выходной части соосно-струйной форсунки с трехлучевой выходной частью наконечника в районе входа в каналы дополнительного горючего.

Соосно-струйная форсунка смесительной головки предложенного ЖРД содержит  
30 полый наконечник 1, с осевым каналом 2 внутри него, соединяющим полость окислителя с полостью камеры сгорания. В выходной части наконечника выполнены радиально расположенные пазы, выполненные в виде чередующихся выступов 3 и впадин 4. На наконечник 1 с кольцевым зазором 5 установлена втулка 6, соединяющая  
35 полость между втулкой и наконечником с полостью камеры сгорания. Во втулке 6, между выступами 3 наконечника, выполнены каналы 7, выходная часть 8 которых открывается в зону горения, входная 9 - соединяется с полостью блока подачи керосина при помощи каналов 10.

Форсунки установлены в корпусе смесительной головки, содержащей блок подачи  
40 окислителя 11, блок подачи основного горючего - водорода 12 (блок подачи водорода), блок подачи дополнительного горючего - керосина 13 (блок подачи керосина), огневое днище 14.

Камера ЖРД содержит регенеративно охлаждаемую камеру сгорания 15 с  
45 критическим сечением 16 и соплом 17.

В состав ЖРД также входят один газогенератор 18, один турбонасосный агрегат 19, агрегаты питания и регулирования 20.

Предложенный двигатель работает следующим образом.

50 При помощи турбонасосного агрегата 19, приводимого в действие продуктами сгорания, получаемыми в газогенераторе 18, режим работы которого определяется агрегатами питания и регулирования 20, компоненты топлива подаются в смесительную головку, в полость блока окислителя 11, основного горючего 12 и

дополнительного горючего 13.

Из полости блока подачи окислителя 11 окислитель по осевому каналу 2 внутри наконечника 1 подается в камеру сгорания. В месте расположения радиальных впадин 4 струя окислителя принимает форму выходного сечения наконечника, в  
5 данном случае форму радиальных впадин 4, что приводит к изменению формы поперечного сечения струи и увеличению периметра контакта при неизменной площади сечения.

Изменение формы струи окислителя с круглой на трехлучевую звездообразную при  
10 неизменной площади выходного сечения улучшает условия разрушения струи, позволяет уменьшить характерный поперечный размер струи и длину нераспавшейся части струи. Кроме этого, контакт струи окислителя со струей горючего происходит по поверхности образовавшихся ребер, что приводит к его увеличению по сравнению  
15 с круглой струей на 30-45%. Следовательно, на выходе из наконечника струя окислителя более склонна к потере своей целостности и быстрее распадается, что позволяет улучшить условия перемешивания компонентов на всех режимах.

Водород из полости блока подачи водорода 12 по зазору 5 между наконечником 1 и втулкой 6 подается в зону горения.

На режиме первой ступени, через каналы 7, при помощи каналов 10 с входной  
20 частью 9 из полости блока подачи керосина 13 в камеру сгорания также подается керосин, который, соединяясь с водородом, увеличивает плотность горючего «водород-керосин», что приводит к повышению эффективности работы двигателя на режиме первой ступени.

Компоненты топлива поступают в полость камеры сгорания 15, воспламеняются и  
25 сгорают, образуя при этом продукты сгорания, обладающие значительной кинетической энергией и высокой температурой. Продукты сгорания компонентов топлива движутся к критическому сечению 16, проходят через него и расширяются в  
30 сопле 17, создавая при этом тягу ЖРД.

Охлаждение огневого днища 14 на всех режимах осуществляется водородом.

На режиме второй и последующих ступеней, подача керосина через каналы 7  
отсекается, и ЖРД продолжает работать на компонентах «водород-кислород» с  
35 повышенной эффективностью за счет улучшенного смесеобразования.

Применение предложенного технического решения в кислородно-  
водородных/керосиновых ЖРД позволит значительно упростить конструкцию  
40 смесительной головки камеры и повысить эффективность работы двигателя на трехкомпонентном топливе.

#### Формула изобретения

Жидкостный ракетный двигатель, характеризующийся тем, он содержит как минимум один газогенератор, как минимум один турбонасосный агрегат, агрегаты  
45 питания и регулирования, камеру со смесительной головкой, включающей корпус, блок подачи окислителя, преимущественно кислорода, блок подачи основного  
горючего, блок подачи дополнительного горючего, блок огневого днища, при этом в  
50 указанных блоках по концентрическим окружностям установлены коаксиальные соосно-струйные форсунки, образующие центральную и периферийную зоны, причем упомянутые коаксиальные соосно-струйные форсунки включают полый наконечник, соединяющий полость окислителя с зоной горения, втулку, охватывающую с зазором наконечник и соединяющую полость первого горючего с зоной горения, при этом в наконечниках как минимум форсунок центральной зоны в выходной части имеются

радиально расположенные пазы, выполненные в виде чередующихся выступов и впадин, причем радиально расположенные пазы выполнены таким образом, что периметр центральной части струи, ограниченный образующими лучей, составляет не более  $3s$ , длина луча -  $2,3...2,5s$ , где  $s$  - толщина луча, при этом число лучей равно трем, причем во втулке, между выступами наконечника, выполнены каналы, выходная часть которых открывается в зону горения, входная соединяется с полостью дополнительного горючего.

10

15

20

25

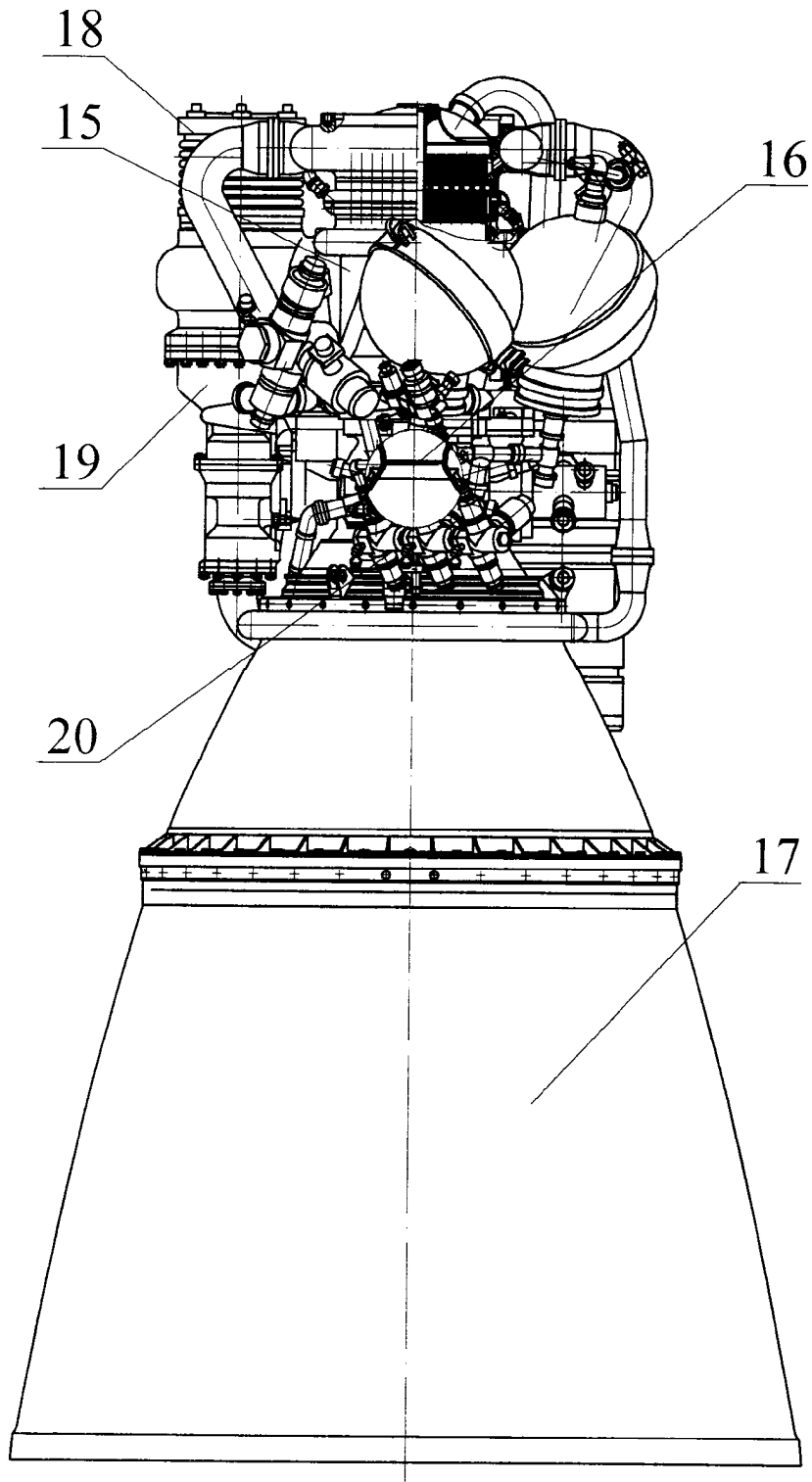
30

35

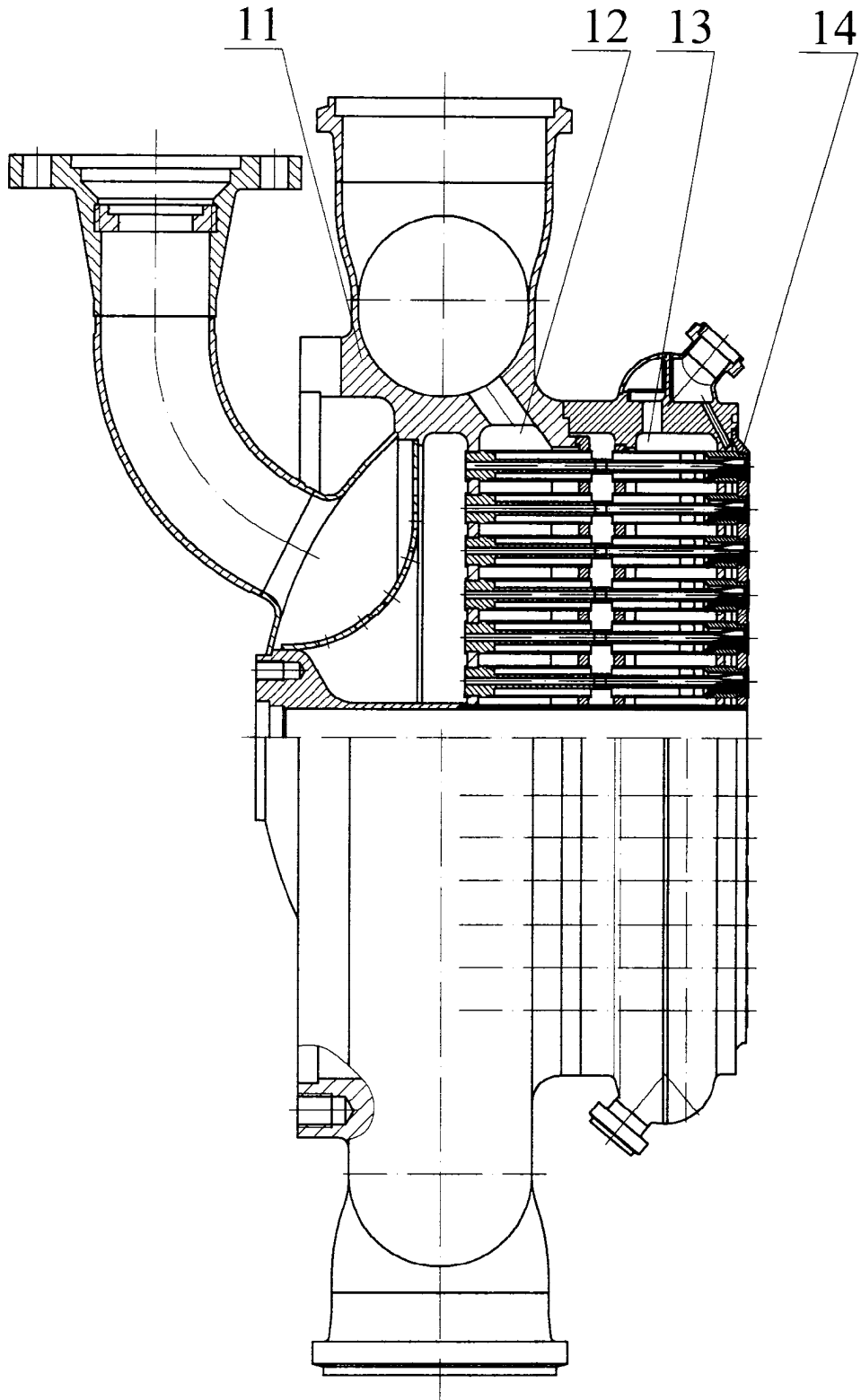
40

45

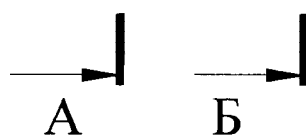
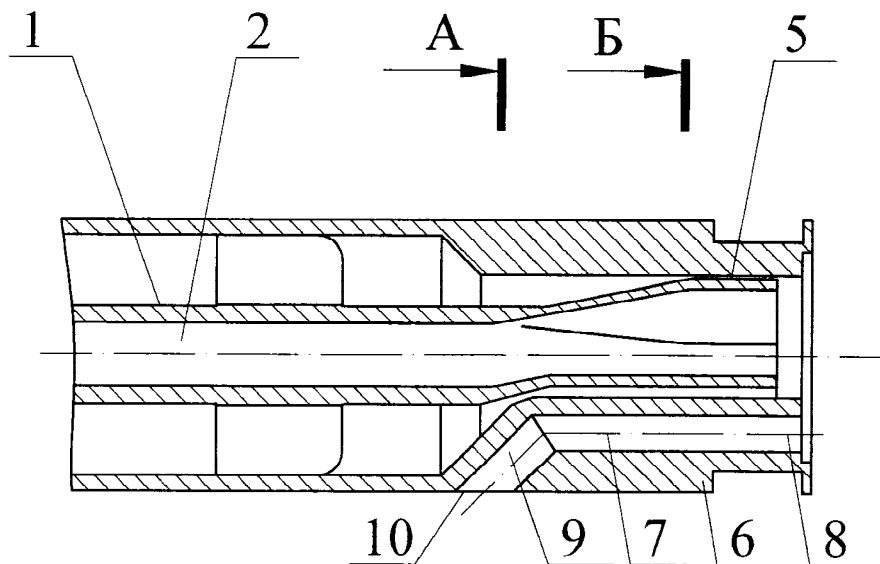
50



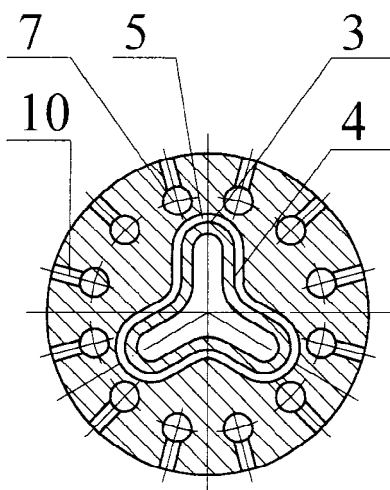
Фиг. 1



Фиг.2

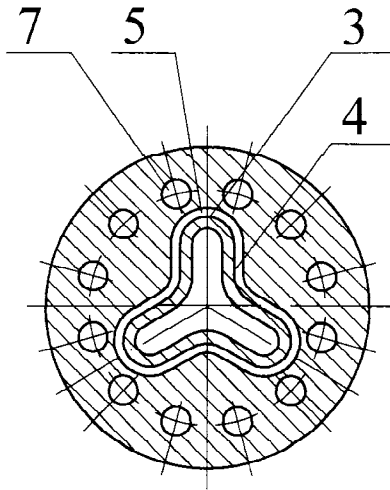


Фиг.3  
А-А



Фиг.4

Б-Б



Фиг.5