



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
F23R 3/14 (2024.01)

(21)(22) Заявка: 2024103984, 16.02.2024

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
16.02.2024

Дата регистрации:  
23.07.2024

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 16.02.2024

(45) Опубликовано: 23.07.2024 Бюл. № 21

Адрес для переписки:  
420111, г. Казань, ул. К. Маркса, 10, ФГБОУ  
ВО "КНИТУ-КАИ", Лустина Александра  
Алексеевна

(72) Автор(ы):  
Бакланов Андрей Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Казанский национальный  
исследовательский технический университет  
им. А.Н. Туполева - КАИ" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2493490 C1, 20.09.2013. RU  
2767678 C1, 18.03.2022. RU 2802904 C1,  
05.09.2023. RU 2692443 C1, 24.06.2019. RU  
2143642 C1, 27.12.1999. US 2004229178 A1,  
18.11.2004.

(54) Газовоздушная горелка кольцевой камеры сгорания

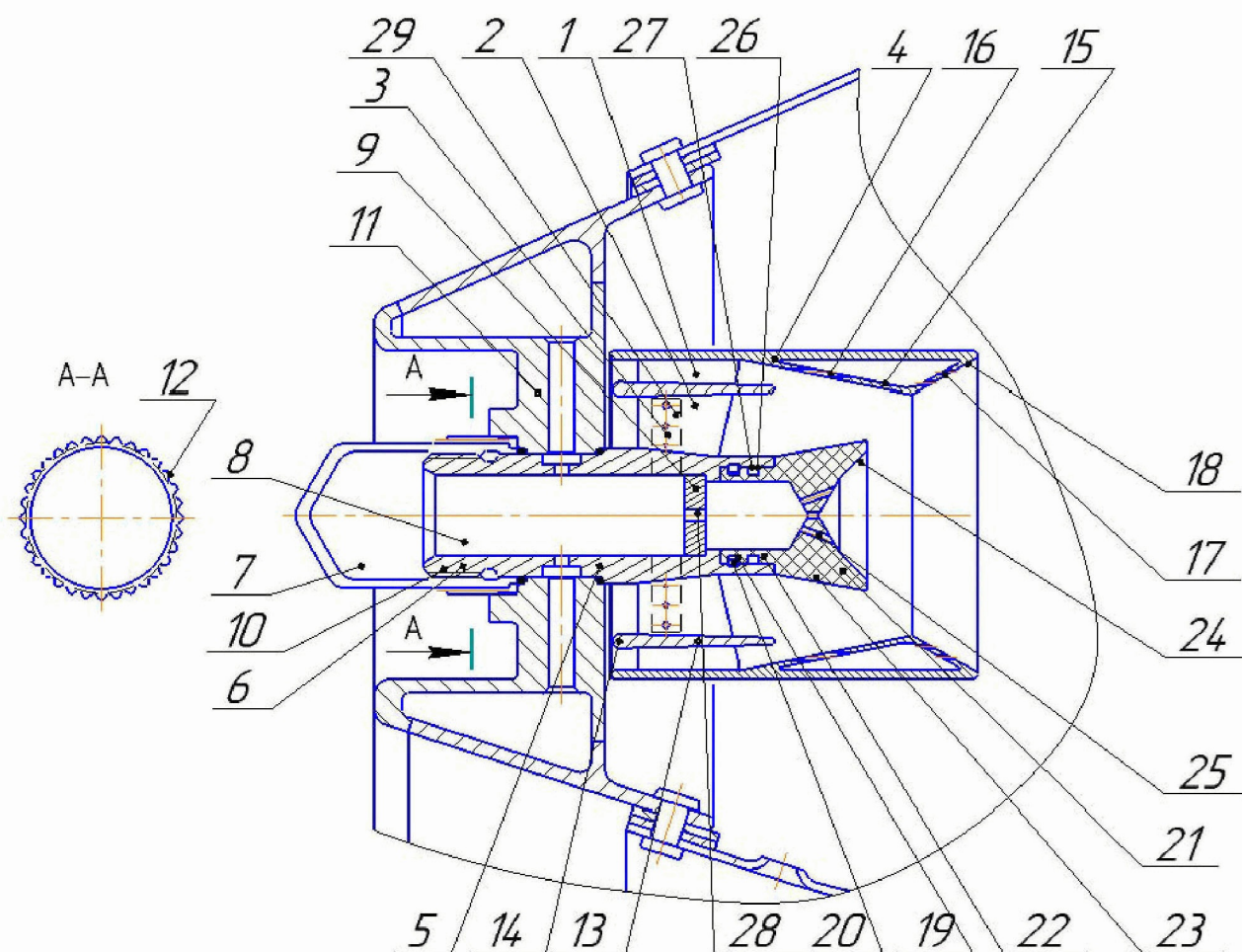
(57) Реферат:

Газовоздушная горелка кольцевой камеры сгорания предназначена для сжигания газа в камерах сгорания газотурбинных двигателей. В устройстве шлицы в шлицевой гайке выполнены треугольными, завихритель содержит кольцевой рассекаТЕЛЬ с плавным входом, сопло содержит полый тракторный выступ с входным каналом и выходными отверстиями на фаске, в пустотелом корпусе выполнена проточка, в которую установлено стопорное кольцо, на выходе из пустотелого корпуса установлен керамический распылитель, имеющий цилиндрическую часть, переходящую в расширение, с торца которого расположена внутренняя ниша, в которой расположены сквозные отверстия, на цилиндрической части керамического

распылителя выполнена проточка, в которую установлено уплотнительное кольцо, площадь проходного сечения отверстия в сменной дроссельной шайбе по отношению к площади проходного сечения в отверстиях на лопатках завихрителя обеспечивает подачу 10% газа в распылитель и 90% газа в завихритель, сменная дроссельная шайба установлена за каналом подвода газа в лопатки завихрителя. Технический результат - обеспечивается повышение полноты сгорания топлива; повышение технологичности конструкции; устойчивый процесс горения; отсутствие проскока пламени внутрь горелки; снижение выбросов вредных загрязняющих веществ на всех режимах работы двигателя; надежность работы; стабильный розжиг. 1 ил.

RU 2 823 503 C1

RU 2 823 503 C1



Фиг. 1

FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(52) CPC  
*F23R 3/14 (2024.01)*(21)(22) Application: **2024103984, 16.02.2024**(24) Effective date for property rights:  
**16.02.2024**Registration date:  
**23.07.2024**

Priority:

(22) Date of filing: **16.02.2024**(45) Date of publication: **23.07.2024** Bull. № 21

Mail address:

**420111, g. Kazan, ul. K. Marksa, 10, FGBOU VO  
"KNITU-KAI", Lustina Aleksandra Alekseevna**

(72) Inventor(s):

**Baklanov Andrei Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhetnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniia "Kazanskii natsionalnyi  
issledovatel'skii tekhnicheskii universitet im. A.N.  
Tupoleva - KAI" (RU)**(54) **ANNULAR COMBUSTION CHAMBER GAS-AIR BURNER**

(57) Abstract:

FIELD: engines.

SUBSTANCE: gas-air burner of annular combustion chamber is intended for combustion of gas in combustion chambers of gas turbine engines. In the device, the splines in the splined nut are made triangular, the swirler contains an annular divider with a smooth entrance, nozzle comprises a hollow tract protrusion with an inlet channel and outlet holes on the chamfer, a groove is made in the hollow housing, in which a lock ring is installed, at the outlet of the hollow housing, a ceramic sprayer is installed, having a cylindrical part changing into an expansion, at the end of which there is an internal recess in which through holes are located, on cylindrical part of ceramic sprayer

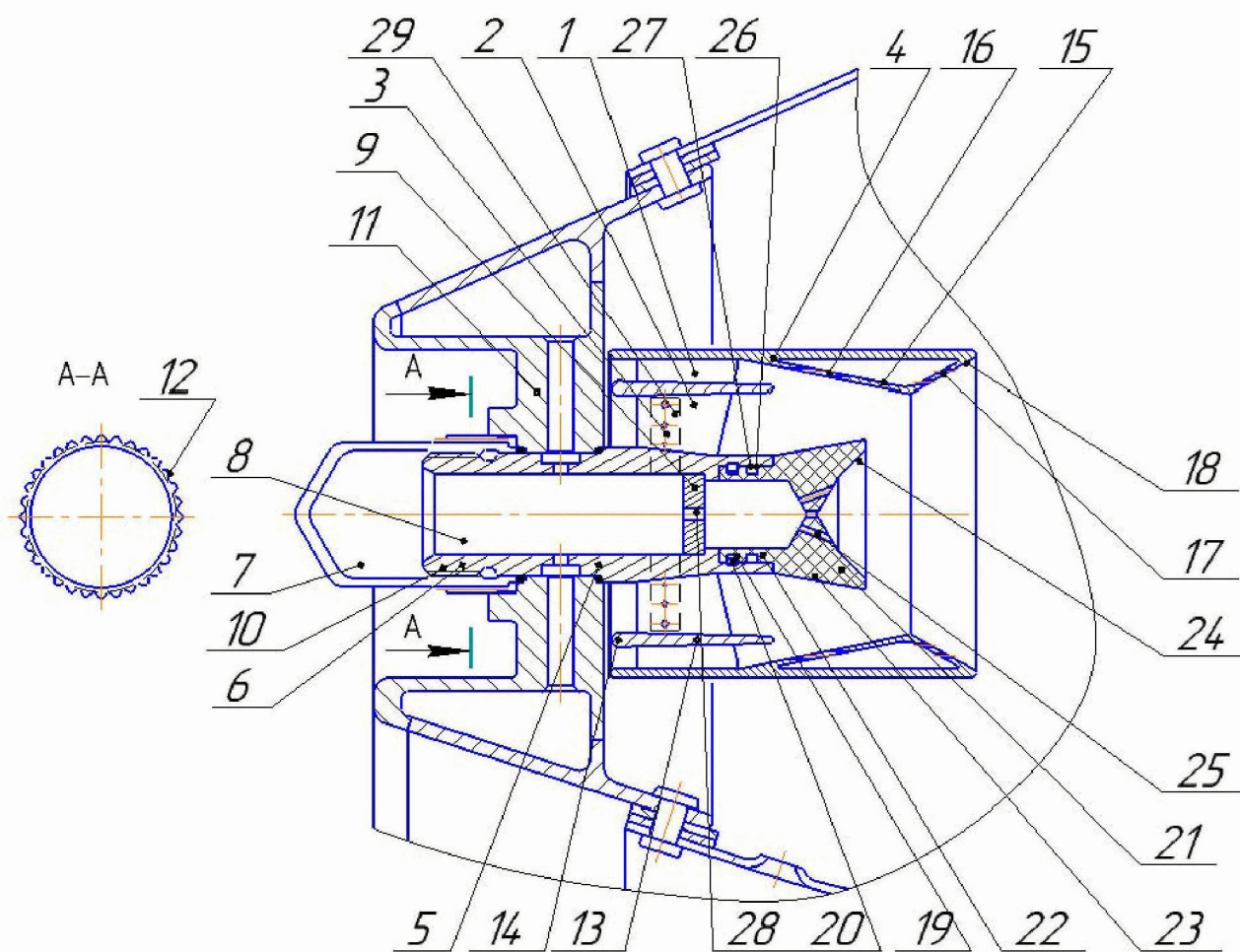
there is a groove in which a sealing ring is installed, flow passage area of the hole in the replaceable throttle washer in relation to the flow passage area in the holes on the swirler blades provides supply of 10 % of the gas to sprayer and 90 % of the gas to the swirler, replaceable throttle washer is installed behind gas supply channel to swirler blades.

EFFECT: increased completeness of fuel combustion; higher manufacturability; stable combustion process; absence of flame breakthrough inside the burner; reduction of emissions of harmful pollutants in all operating modes of the engine; reliability of operation; stable ignition.

1 cl, 1 dwg

RU 2 823 503 C1

RU 2 823 503 C1



Фиг. 1

Газовоздушная горелка кольцевой камеры сгорания предназначена для сжигания газа в камерах сгорания газотурбинных двигателей, где требуется низкая концентрация вредных загрязняющих веществ и организация устойчивого процесса горения.

По патенту на изобретение РФ №2767678, известна топливовоздушная форсунка камеры сгорания двигателя, которая содержит корпус завихрителя включающего лопаточный завихритель, смесительную втулку, корпус форсунки, содержащий внутренний канал с установленным распылителем, уплотнительные кольца, дросселирующую шайбу, корончатую гайку,

Основными недостатками данного технического решения являются:

- завышение концентрации оксида азота в продуктах сгорания (более  $150 \text{ мг/м}^3$ ) из-за высокой температуры на выходе из форсунки, так как по соотношению воздуха и топлива формируется «богатая» топливовоздушная смесь,
- перегрев форсунки из-за высокотемпературных тепловых потоков, формируемых возвратным течением,
- низкая полнота сгорания топлива из-за высокой скорости истечения

По патенту на изобретение РФ №2143642 известно устройство для подготовки и подачи топливовоздушной смеси в камеру сгорания газотурбинной установки, которое содержит коаксиально размещенные центральную топливную форсунку, воздушный канал с осевым завихрителем и кольцевым козырьком на выходе, топливовоздушный канал с топливоподводящим устройством в районе его входа и завихрителем и наружный канал с воздушным подводом. Завихритель топливовоздушного канала установлен на его входе. Наружный канал в районе его входа снабжен топливопитающим устройством. Выход наружного канала соединен с выходом топливовоздушного канала отверстиями.

Основными недостатками данного технического решения являются:

- завышение концентрации оксида азота в продуктах сгорания (более  $150 \text{ мг/м}^3$ )
- не обеспечивает оптимального теплового состояния, способствует перегреву.
- Не устойчивый процесс горения предварительно подготовкой топливовоздушной смеси.

По патенту на изобретение РФ №2170391 известно горелочное устройство которое содержит вспомогательную центральную горелку диффузионного типа, отделанную со стороны горения от основной кольцевым экраном, лопаточный завихритель с полыми лопатками, у которых во внешнем ярусе выполнены щели для раздачи топлива. Лопатки внутреннего яруса лопаточного завихрителя выполнены со сплошными стенками и выходными кромками. Отношение площадей щелей в выходных кромках лопаток внешнего яруса к площадям проходных сечений межлопаточных каналов для воздуха выполнено по радиусу постоянным.

Основными недостатками данного горелочного устройств являются

- нестабильный розжиг,
- перегрев форсунки из-за не равномерных высокотемпературных тепловых потоков

Из исследованного уровня техники выявлено техническое решение (РФ 2493490), совпадающее с заявленным техническим решением как по совокупности совпадающих признаков, так и по назначению, а именно, известна горелка, содержащая завихритель, в полых лопатках которого выполнены отверстия подвода газа в межлопаточные полости завихрителя, сопло, пустотелый корпус, содержащий на внешней цилиндрической поверхности резьбу для соединения со шлицевой гайкой и отверстия подвода газа к сменной дроссельной шайбе, расположенной внутри корпуса и к полым лопаткам завихрителя, шлицевую гайку с выполненную в виде полого цилиндра с дополнительной резьбой в передней части, для крепления горелки к

газораспределительному устройству.

Основными недостатками данного технического решения указанной одноконтурной горелки является:

Низкая полнота сгорания топлива. Отсутствие диффузионного факела приводит к недожогу топлива и как следствие к снижению полноты сгорания.

Не обеспечение надежности конструкции из-за перегрева сопла и пустотелого конуса в результате воздействия высоких температур.

Не технологичность конструкции, так как шлицы на шлицевой гайке выполнены по эвольвенте.

Не устойчивый процесс горения предварительно подготовкой топливновоздушной смеси. В конструкции не предусмотрены мероприятия по исключению пульсаций пламени.

Не предохраняет от проскока пламени внутрь горелки. Наличие конусного выхода пустотелого корпуса внутри сопла приводит к снижению скорости истечения топливновоздушной смеси, что способствует возникновению проскока пламени внутрь горелки.

Не обеспечение стабильного розжига. Отсутствие диффузионного факела приводит к трудностям при запуске топочных устройств, так как подобные типы горелок работают при коэффициенте избытка воздуха от 1,5-2.

Вследствие приведенных выше недостатков происходит значительное завышение выбросов вредных веществ, по оксиду углерода (более 300мг/м<sup>3</sup>).

Кроме указанного, известное техническое решение, так же как и предыдущий аналог, не обеспечивает:

- повышения полноты сгорания топлива.
- технологичность конструкции.
- устойчивого процесса горения.
- отсутствие проскока пламени внутрь горелки.
- низкий уровень выбросов вредных загрязняющих веществ на всех режимах работы двигателя.

- надежность работы.
- стабильный розжиг.

Задачей заявленного изобретения является устранение недостатков прототипа, а именно:

- повышение полноты сгорания топлива.
- повышение технологичности конструкции.
- обеспечение устойчивого процесса горения.
- отсутствие проскока пламени внутрь горелки.
- снижение выбросов вредных загрязняющих веществ на всех режимах работы двигателя.

- обеспечение надежности работы.
- обеспечение стабильного розжига.

Сущностью заявленного технического решения является, газозавоздушная горелка кольцевой камеры сгорания, содержащая завихритель, в полых лопатках которого выполнены отверстия подвода газа в межлопаточные полости завихрителя, сопло, пустотелый корпус, содержащий на внешней цилиндрической поверхности резьбу для соединения со шлицевой гайкой и отверстия подвода газа к сменной дроссельной шайбе, расположенной внутри корпуса и к полым лопаткам завихрителя, шлицевую гайку с выполненную в виде полого цилиндра с дополнительной резьбой в передней части, для

крепления горелки к газораспределительному устройству. Предложенная газовоздушная горелка кольцевой камеры сгорания характеризуется некоторыми конструктивными особенностями: шлицы в шлицевой гайке выполнены треугольными, завихритель содержит кольцевой рассекатель с плавным входом, сопло содержит полый трактовый выступ с входным каналом и выходными отверстиями на фаске, в пустотелом корпусе выполнена проточка в которую установлено стопорное кольцо, на выходе из пустотелого корпуса установлен керамический распылитель имеющий цилиндрическую часть переходящую в расширение с торца которого расположена внутренняя ниша в которой расположены сквозные отверстия, на цилиндрической части керамического распылителя выполнена проточка в которую установлено уплотнительное кольцо, площадь проходного сечения отверстия в сменной дроссельной шайбе по отношению к площади проходного сечения в отверстиях на лопатках завихрителя обеспечивает подачу 10% газа в распылитель и 90% газа в завихритель, сменная дроссельная шайба установлена за каналом подвода газа в лопатки завихрителя.

Таким образом, поставленная задача в целом достигается тем, что

Для повышения полноты сгорания на выходе из пустотелого корпуса установлен керамический распылитель, имеющий цилиндрическую часть, переходящую в расширение, с торца которого расположена внутренняя ниша, в которой расположены сквозные отверстия.

Для повышения технологичности конструкции шлицы в шлицевой гайке выполнены треугольными (традиционно выполняются эвольвентными), в пустотелом корпусе выполнена проточка, в которую установлено стопорное кольцо, на цилиндрической части керамического распылителя выполнена проточка, в которую установлено уплотнительное кольцо.

Для исключения проскока пламени внутрь горелки сопло содержит полый трактовый выступ, что способствует уменьшению площади проходного сечения и увеличению скорости истечения топливовоздушной смеси.

Для снижения выбросов вредных загрязняющих веществ на всех режимах работы двигателя площадь проходного сечения отверстия в сменной дроссельной шайбе по отношению к площади проходного сечения в отверстиях на лопатках завихрителя обеспечивает подачу 10% газа в распылитель и 90% газа в завихритель.

Для обеспечения надежности работы завихритель содержит кольцевой рассекатель с плавным входом, сопло содержит полый трактовый выступ с входным каналом и выходными отверстиями на фаске, на выходе из пустотелого корпуса установлен керамический распылитель.

Для обеспечения стабильного розжига сменная дроссельная шайба установлена за каналом подвода газа в лопатки завихрителя, а площадь проходного сечения отверстия в сменной дроссельной шайбе по отношению к площади проходного сечения в отверстиях на лопатках завихрителя обеспечивает подачу 10% газа в распылитель и 90% газа в завихритель.

Заявляемое техническое решение поясняется чертежами:

Фиг. 1 - общий вид, продольный разрез.

Газовоздушная горелка кольцевой камеры сгорания, содержащая завихритель 1, в полых лопатках 2 которого выполнены отверстия 3 подвода газа в межлопаточные полости завихрителя 1, сопло 4, пустотелый корпус 5, содержащий на внешней цилиндрической поверхности резьбу 6 для соединения со шлицевой гайкой 7 и отверстия 8 подвода газа к сменной дроссельной шайбе 9, расположенной внутри корпуса 5 и далее к полым лопаткам 2 завихрителя 1, шлицевую гайку 7 выполненную в виде полого

цилиндра с дополнительной резьбой 10 в передней части, для крепления горелки к газораспределительному устройству 11

Заявленная газовоздушная горелка кольцевой камеры сгорания, характеризуется наличием существенных конструктивных изменений по сравнению с известными аналогами, обеспечивающими конструкции возможность реализовать поставленные цели, а именно, что шлицы 12 в шлицевой гайке 7 выполнены треугольными, завихритель 1 содержит кольцевой рассекатель 13 с плавным входом 14, сопло 4 содержит полый трактовый выступ 15 с входным каналом 16 и выходными отверстиями 17 на фаске 18, в пустотелом корпусе 5 выполнена проточка 19 в которую установлено стопорное кольцо 20, на выходе из пустотелого корпуса 5 установлен керамический распылитель 21 имеющий цилиндрическую часть 22 переходящую в расширение 23 с торца которого расположена внутренняя ниша 24 в которой расположены сквозные отверстия 25, на цилиндрической части 22 керамического распылителя 21 выполнена проточка 26 в которую установлено уплотнительное кольцо 27, площадь проходного сечения отверстия 28 в сменной дроссельной шайбе 9 по отношению к площади проходного сечения в отверстиях 3 на лопатках 2 завихрителя 1 обеспечивает подачу 10% газа в распылитель 21 и 90% газа в завихритель 1, сменная дроссельная шайба 9 установлена за каналом подвода газа 29 в лопатки 2 завихрителя 1.

Основываясь на изложенном выше представляется возможным сделать выводы о достижении заявленных целей, а именно:

Устройство работает следующим образом.

Сжатый воздух (Фиг.1.) поступает в завихритель 1 и попадая на кольцевой рассекатель 13 с плавным входом 14 разделяется на два потока. Верхний поток закручивается от лопаток 2 попадает в сопло 4 и далее заходит через входной канал 16 во внутрь полого трактового выступа 15 и выходит через выходные отверстия 17 на фаске 18 формируя охлаждение сопла 4. Нижний поток закручивается от лопаток 2

Газ из полости газораспределительного устройства 11 поступает в отверстие 8 подвода газа, затем попадает в канал подвода газа 29 в полых лопатках 2 и выходит через отверстия 3 в межлопаточные полости завихрителя 1 смешиваясь с нижним потоком воздуха. Смешавшийся с воздухом газ движется далее, образуя газовоздушную смесь, которая пройдя сопло 4 поступает в зону горения.

Другая часть газа поступает в отверстия 28 в сменной дроссельной шайбе 9, а затем через сквозные отверстия 25 в керамическом распылителе 21 попадает во внутреннюю нишу 24 где образует диффузионный факел.

Конструкция горелки позволяет обеспечивать подачу 10% газа в распылитель 21 и 90% газа в завихритель 1, что обеспечивает стабильный процесс розжига и устойчивую работу камеры сгорания и на этапе запуска, выхода на режим, и работе газотурбинного двигателя на максимальной мощности.

Основываясь на изложенном выше представляется возможным сделать выводы о достижении заявленных целей, а именно:

- повышение полноты сгорания топлива достигнуто за счет того, что на выходе из пустотелого корпуса установлен керамический распылитель, имеющий цилиндрическую часть, переходящую в расширение, с торца которого расположена внутренняя ниша, в которой расположены сквозные отверстия.
- повышение технологичности конструкции достигнуто за счет того, что шлицы в шлицевой гайке выполнены треугольными, а не эвольвентными. В пустотелом корпусе выполнена проточка, в которую установлено стопорное кольцо, на цилиндрической части керамического распылителя выполнена проточка, в которую установлено

уплотнительное кольцо.

- исключение проскока пламени внутрь горелки достигнуто за счет того, что сопло содержит полый тракторный выступ, способствующий уменьшению площади проходного сечения и увеличению скорости истечения топливовоздушной смеси.

5 - снижение выбросов вредных загрязняющих веществ на всех режимах работы двигателя достигается тем, что площадь проходного сечения отверстия в сменной дроссельной шайбе по отношению к площади проходного сечения в отверстиях на лопатках завихрителя обеспечивает подачу 10% газа в распылитель и 90% газа в завихритель.

10 - обеспечение надежности работы достигается тем, что завихритель содержит кольцевой рассекатель с плавным входом, а сопло содержит полый тракторный выступ с входным каналом и выходными отверстиями на фаске, выходя из которых воздух создает защитную пленку. На выходе из пустотелого корпуса установлен керамический распылитель, который выдерживает воздействие высоких температур.

15 - обеспечение стабильного розжига достигается тем, что сменная дроссельная шайба установлена за каналом подвода газа в лопатки завихрителя, а площадь проходного сечения отверстия в сменной дроссельной шайбе по отношению к площади проходного сечения в отверстиях на лопатках завихрителя обеспечивает подачу 10% газа в распылитель и 90% газа в завихритель.

20

#### (57) Формула изобретения

Газовоздушная горелка кольцевой камеры сгорания, содержащая завихритель, в полых лопатках которого выполнены отверстия подвода газа в межлопаточные полости завихрителя, сопло, пустотелый корпус, содержащий на внешней цилиндрической

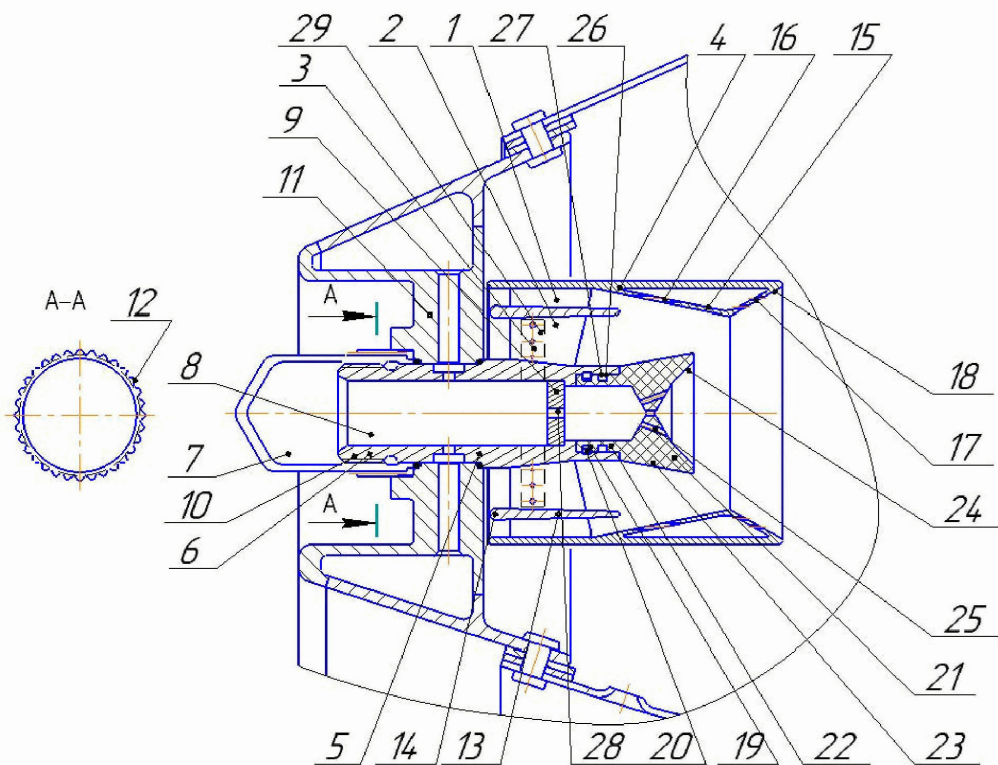
25 поверхности резьбу для соединения со шлицевой гайкой и отверстия подвода газа к сменной дроссельной шайбе, расположенной внутри корпуса, и к полым лопаткам завихрителя, шлицевую гайку, выполненную в виде полого цилиндра с дополнительной резьбой в передней части, для крепления горелки к газораспределительному устройству, отличающаяся тем, что шлицы в шлицевой гайке выполнены треугольными, завихритель

30 содержит кольцевой рассекатель с плавным входом, сопло содержит полый тракторный выступ с входным каналом и выходными отверстиями на фаске, в пустотелом корпусе выполнена проточка, в которую установлено стопорное кольцо, на выходе из пустотелого корпуса установлен керамический распылитель, имеющий цилиндрическую часть, переходящую в расширение, с торца которого расположена внутренняя ниша,

35 в которой расположены сквозные отверстия, на цилиндрической части керамического распылителя выполнена проточка, в которую установлено уплотнительное кольцо, площадь проходного сечения отверстия в сменной дроссельной шайбе по отношению к площади проходного сечения в отверстиях на лопатках завихрителя обеспечивает подачу 10% газа в распылитель и 90% газа в завихритель, сменная дроссельная шайба

40 установлена за каналом подвода газа в лопатки завихрителя.

45



Фиг.1