



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
F23C 1/08 (2019.08); F23R 3/12 (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2019111793, 18.04.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
18.04.2019

Дата регистрации:  
03.12.2019

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 18.04.2019

(45) Опубликовано: 03.12.2019 Бюл. № 34

Адрес для переписки:  
152934, Ярославская обл., г. Рыбинск, ул.  
Крестовая/Бородулина, 75/7, оф. 2,  
генеральному директору Катловскому А.В.

(72) Автор(ы):

Новиков Илья Николаевич (RU),  
Катловский Александр Владимирович (RU),  
Елистратов Александр Владимирович (RU),  
Ершова Екатерина Александровна (RU),  
Терехова Александра Сергеевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью  
"Новые технологии" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2196940 C1, 20.01.2003. RU  
2212003 C1, 10.09.2003. US 9739488 B2,  
22.08.2017. RU 2352864 C1, 20.04.2009. RU  
2256850 C1, 20.07.2005.

(54) Устройство для сжигания топлива

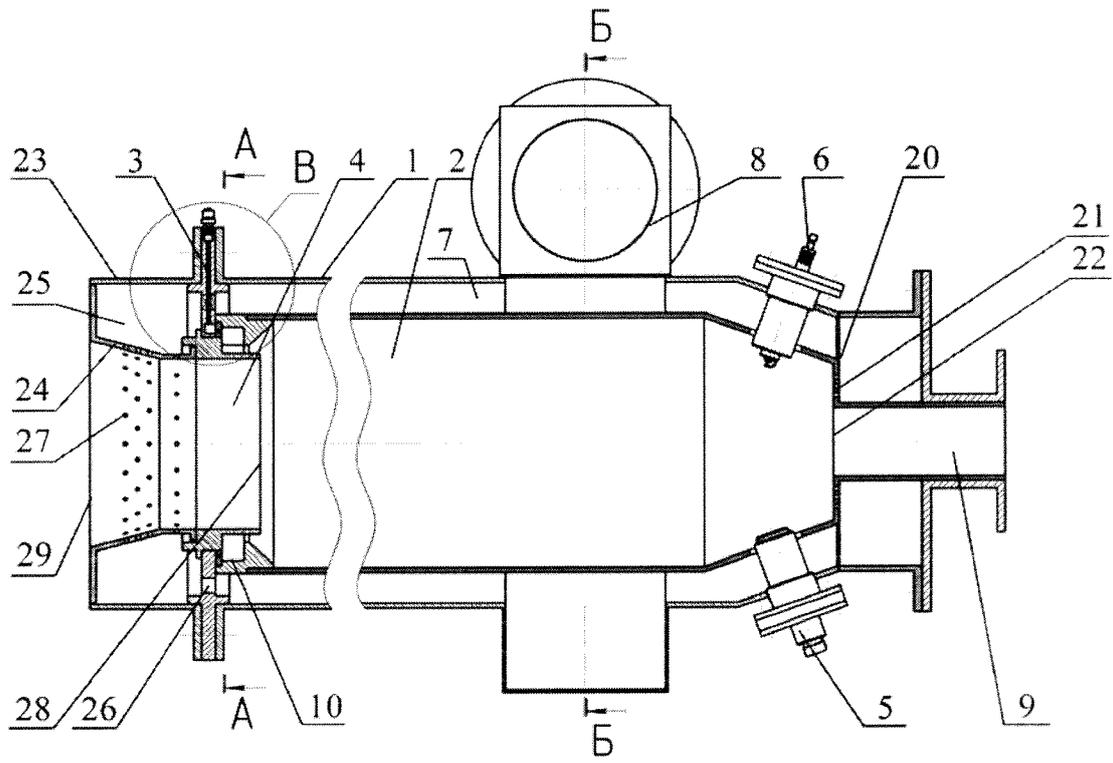
(57) Реферат:

Изобретение относится к области энергетики. Устройство для сжигания топлива содержит вихревую противоточную жаровую трубу, завихритель, канал выхода продуктов сгорания, устройства подачи топлива и воспламеняющее устройство. Устройство для сжигания топлива содержит три типа устройств подачи топлива. Первый тип устройств подачи топлива выполнен в виде струйных форсунок, расположенных в завихрителе, выходные отверстия проточных каналов которых перпендикулярны к торцевой стенке завихрителя, причем выходные отверстия каналов выходят в минимальном сечении проточных каналов тангенциального соплового

закручивающего аппарата. Второй тип устройств содержит не менее одной центробежной форсунки. Третий тип устройств выполнен в виде патрубка, установленного в аксиальном отверстии на торцевой стенке жаровой трубы. Второй и третий типы устройств подачи топлива размещены в противоположном от завихрителя конце жаровой трубы. Изобретение обеспечивает повышение надежности запуска и устойчивую работу на жидком, газообразном и забалластированном как негорючими компонентами, так и водой топливе, а также топливе, включающем измельченные твердые горючие компоненты и их смеси с водой. 4 ил.

RU 2 708 011 C1

RU 2 708 011 C1



ФИГ. 1

RU 2708011 C1

RU 2708011 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*F23C 1/08 (2019.08); F23R 3/12 (2019.08)*

(21)(22) Application: **2019111793, 18.04.2019**

(24) Effective date for property rights:  
**18.04.2019**

Registration date:  
**03.12.2019**

Priority:

(22) Date of filing: **18.04.2019**

(45) Date of publication: **03.12.2019 Bull. № 34**

Mail address:

**152934, Yaroslavskaya obl., g. Rybinsk, ul.  
Krestovaya/Borodulina, 75/7, of. 2, generalnomu  
direktoru Katlovskomu A.V.**

(72) Inventor(s):

**Novikov Ilya Nikolaevich (RU),  
Katlovskij Aleksandr Vladimirovich (RU),  
Elistratov Aleksandr Vladimirovich (RU),  
Ershova Ekaterina Aleksandrovna (RU),  
Terekhova Aleksandra Sergeevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennostyu  
"Novye tekhnologii" (RU)**

(54) **FUEL COMBUSTION DEVICE**

(57) Abstract:

FIELD: power engineering.

SUBSTANCE: invention relates to the field of power engineering. Device for fuel combustion comprises vortex counter-flow fire tube, swirler, combustion products outlet channel, fuel supply devices and igniting device. Device for fuel combustion comprises three types of fuel feed devices. First type of fuel feed devices is made in form of jet atomizers located in swirler, outlet holes of flow channels of which are perpendicular to end wall of swirler, note here that channel outlets extend in minimum cross-section of flow channels of tangential nozzle swirler.

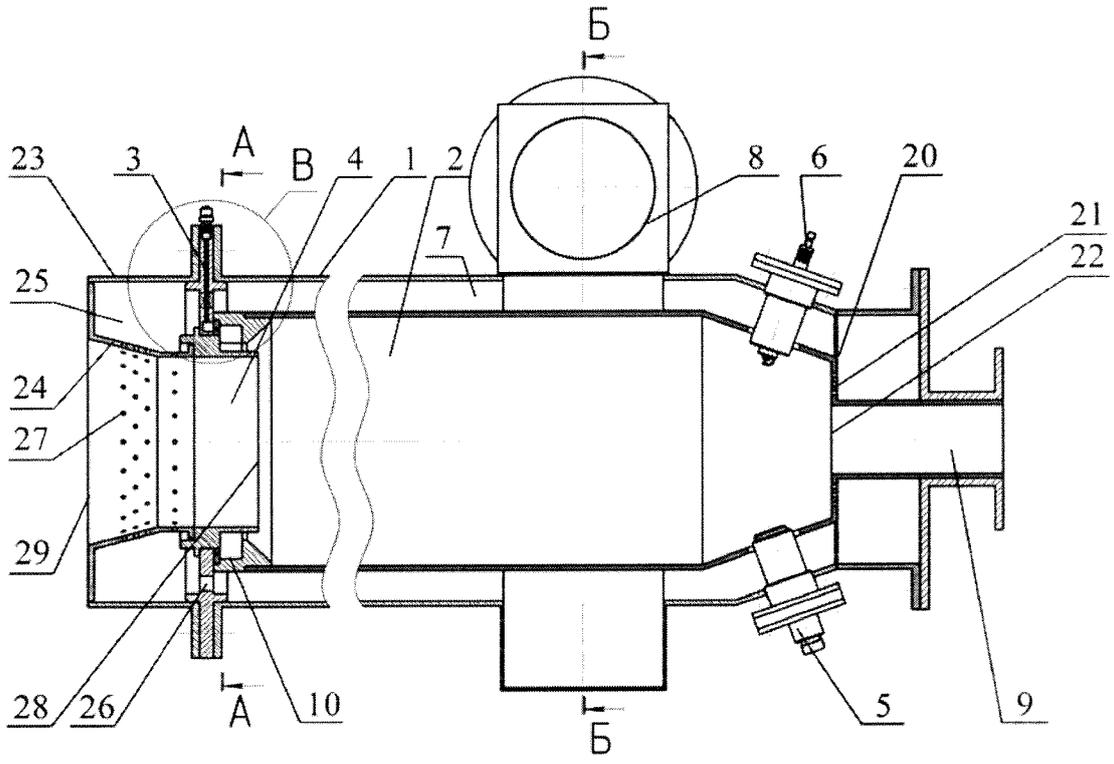
Second type of devices contains at least one centrifugal atomizer. Third type of devices is made in the form of a branch pipe installed in an axial hole on the end wall of the flame tube. Second and the third types of fuel supply devices are located in the end of the fire tube opposite from the swirler.

EFFECT: invention provides improved start-up reliability and stable operation on liquid, gaseous and incombustible both incombustible components and water with fuel, as well as fuel including crushed solid combustible components and their mixtures with water.

1 cl, 4 dwg

RU 2 708 011 C1

RU 2 708 011 C1



ФИГ. 1

RU 2708011 C1

RU 2708011 C1

Изобретение относится к сжиганию топлива и может найти применение в газотурбинных установках, в топочных и в теплоэнергетических установках, в установках по переработке, уничтожению и утилизации бытовых и промышленных отходов, очистке дымовых газов, утилизации попутного газа при нефтепереработке и газопереработке, и обеспечивает повышение надежности запуска и устойчивую работу на жидком, газообразном и забалластированном как негорючими компонентами, так и водой топливе, а также топливе, включающем измельченные твердые горючие компоненты и их смеси с водой.

Известны вихревые камеры для сжигания топлива (см. патент RU №2212003 и патент RU №2212004 C1, 10.09. 2003), содержащие основную вихревую камеру сгорания, завихритель, канал выхода продуктов сгорания, воспламеняющее устройство и первичную камеру сгорания, установленную перед основной камерой сгорания, соосно с последней и содержащая жаровую трубу, устройства подвода топлива и воздуха. Эти камеры сгорания не обеспечивают надежности запуска и устойчивой работы на жидком повышенной вязкости топливе, на газообразном и забалластированном как негорючими компонентами, так и водой топливе, одновременное сжигание различных смесей топлив, включая измельченные твердые горючие компоненты и их смеси с водой, а также процесс сжигания при давлении газообразного топлива ниже атмосферного, и обеспечение сжигания со снижением выбросов  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_x\text{H}_y$ .

Наиболее близкой к заявляемому изобретению является устройство для сжигания топлива (см. патент RU 2196940 A1, 20.01. 2003), выполненное в виде вихревой камеры сгорания, содержащей жаровую трубу, расположенные в одном сечении, перпендикулярном центральной оси камеры сгорания, завихритель, канал выхода продуктов сгорания, воспламеняющее устройство, топливные форсунки, расположенные в тангенциальных каналах завихрителя так, что центральные оси выходных каналов форсунок параллельны с вектором скорости потока воздуха в тангенциальных каналах завихрителя.

Это устройство также не обеспечивает надежности запуска и устойчивой работы на жидком повышенной вязкости топливе, на газообразном и забалластированном как негорючими компонентами, так и водой топливе, одновременное сжигание различных смесей топлив, включая измельченные твердые горючие компоненты и их смеси с водой, а также процесс сжигания при давлении газообразного топлива ниже атмосферного, и обеспечение сжигания со снижением выбросов  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_x\text{H}_y$ .

Технический результат, который достигается предлагаемым изобретением - это повышение надежности запуска и устойчивая работа на жидком вязком, газообразном и забалластированном как негорючими компонентами, так и водой, топливе, а также топливе, включающем измельченные твердые горючие компоненты и их смеси с водой, обеспечение процесса сжигания при давлении газообразного топлива ниже атмосферного, обеспечения сжигания со снижением выбросов  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_x\text{H}_y$ , что значительно расширяет область его применения.

Технический результат достигается тем, что в устройство для сжигания топлива, содержащим вихревую противоточную жаровую трубу, завихритель, канал выхода продуктов сгорания, воспламеняющее устройство, установлены три типа устройств подачи топлива.

Первый тип устройств выполнен в виде струйных форсунок, расположенных в завихрителе, выходные отверстия каналов которых перпендикулярны к торцевой стенке завихрителя. При этом выходные отверстия каналов выходят в проточную часть каналов

тангенциального соплового закручивающего аппарата, в его минимальном сечении проточной части канала. Такая конструкция позволяет сжигать тяжелое жидкое топливо с получением широкого диапазона получаемой тепловой мощности и температуры продуктов сгорания на выходе.

5 Второй тип устройств содержит не менее одной центробежной форсунки. Такая конструкция позволяет сжигать более легкое жидкое топливо, например дизельное топливо.

Третий тип устройства выполнен в виде патрубка, установленного в аксиальном отверстии на торцевой стенке жаровой трубы. Такая конструкция устройства подачи  
10 топлива позволяет сжигать как чистое газообразное топливо, так и забалластированное негорючими компонентами топливо.

Второй и третий типы устройств подачи топлива размещены в противоположном от завихрителя конце жаровой трубы. Такое размещение позволяет создать качественную топливовоздушную смесь из топлив различной плотности и фазового  
15 состояния, как жидкого, так и газообразного.

Таким образом, введенные в устройство для сжигания топлива новые отличительные признаки, в совокупности с известными признаками, позволяют решить поставленную задачу, а именно: повысить надежность запуска и устойчивой работы на жидком топливе повышенной вязкости, на газообразном и забалластированном как негорючими  
20 компонентами, так и водой топливе, а также топливе, включающем измельченные твердые горючие компоненты и их смеси с водой, обеспечить процесс сжигания при давлении газообразного топлива ниже атмосферного, обеспечить сжигание со снижением выбросов  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_x\text{H}_y$  и расширить область применения устройства.

Изобретение поясняется чертежами, где на фиг. 1 изображено устройство для сжигания топлива, продольный разрез; на фиг. 2 - тоже, разрез по А-А; на фиг. 3 - тоже,  
25 разрез по Б-Б; на фиг. 4 - тоже, вид В (увеличенный).

Устройство для сжигания топлива (фиг. 1, фиг. 2 и фиг. 4) содержит корпус 1, с расположенной в нем вихревой противоточной жаровой трубой 2; завихритель 3; канал выхода продуктов сгорания 4; устройства подачи топлива второго типа - топливные  
30 форсунки 5; воспламеняющее устройство 6; рубашку охлаждения 7; патрубков подвода воздуха 8; устройство подачи топлива третьего типа - патрубок 9.

Жаровая труба 2 (фиг. 1) соединена с тангенциальным сопловым закручивающим аппаратом 10, расположенном в завихрителе 3, с одной стороны, и с патрубком 9 с  
35 другой стороны. В противоположном от тангенциального соплового закручивающего аппарата 10 конце жаровая труба 2 закрыта стенкой 20, содержащей отверстия 21 и аксиальное отверстие 22, соединенное с патрубком 9.

Завихритель 3 (фиг. 1, фиг. 2, фиг. 4) содержит тангенциальный сопловой закручивающий аппарат 10, с профилированными лопатками 11 (фиг. 2 и фиг. 4), устройство подачи топлива первого типа - струйные форсунки 12, каналы подвода  
40 топлива 13, штуцер 14. Устройство подачи топлива первого типа - форсунки 12 выполнены в виде цилиндрических каналов 15. Выходные отверстия 16 форсунок 12 расположены между лопатками 11 в торцевой стенке 17 тангенциального соплового закручивающего аппарата 10. Центральные оси отверстий 16 направлены перпендикулярно торцевой стенке 17, причем каналы 15 и каналы 13 соединены с  
45 кольцевой полостью 18, а штуцер 14 и каналы 13 соединены с полостью 19. Площадь минимального проходного сечения тангенциального соплового закручивающего аппарата 11 составляет 0,01-0,10 от площади нормальной центральной оси сечения тангенциального соплового закручивающего аппарата 11 в зоне сопряжения его с

жаровой трубой 2.

Канал выхода продуктов сгорания 4 содержит внешний корпус 23 и внутренний корпус 24, которые соединены с торцевой поверхностью корпуса завихрителя 3. Между корпусами 23 и 24 сформирована кольцевая полость 25, соединенная газодинамической связью с проточной частью рубашки 7 через отверстия 26 в торцевой стенке завихрителя 3, а через отверстия 27 в стенке внутреннего корпуса 24, соединена с проточной частью канала выхода продуктов сгорания 4. Внутренний корпус 24 канала выхода продуктов сгорания 4 имеет два нормальных центральной оси жаровой трубы 2 отверстия, входное 28 и выходное 29. Диаметр входного отверстия 28 равен 0,5-0,8 от внутреннего диаметра тангенциального соплового закручивающего аппарата 10. Внутренний корпус 24 имеет угол раскрытия равный 0-14 градусов.

Устройство для сжигания топлива работает следующим образом. Воздух от внешнего источника через патрубок 8 тангенциально подается в рубашку охлаждения 7 (фиг. 1). Перемещаясь по кольцевому каналу рубашки 7 в виде сильно закрученного потока в направлении завихрителя 3, поток воздуха нагревается, охлаждая стенку жаровой трубы 2, а затем подается в проточную часть тангенциального соплового закручивающего аппарата 10, формируемую профилированными лопатками 11 и торцевыми стенками, в которой он разгоняется. Сформированный поток воздуха входит в жаровую трубу 2. В периферийной области жаровой трубы 2 создается сильно закрученный поток воздуха - периферийный вихрь, перемещающийся в противоположном от тангенциального соплового закручивающего аппарата 10 направлении. В приосевой области жаровой трубы 2 генерируется приосевой вихрь, направление осевого движения которого противоположно направлению движения периферийного вихря. Таким образом, в жаровой трубе 2 формируется сильно закрученный поток с высоким радиальным градиентом статического давления, с двумя вихрями - периферийным и приосевым. Начало формирования периферийного вихря и выход приосевого вихря из жаровой трубы 2 располагаются в одном сечении, перпендикулярном центральной оси периферийного и приосевого вихрей. Периферийный вихрь перемещается по жаровой трубе 2 в направлении стенки 20, содержащей отверстия 21 и аксиальное отверстие 22, соединенное с патрубком 9. Через отверстия 21 из кольцевого канала рубашки 7 в пристеночную зону жаровой трубы 2 поступает часть воздуха, формируя пленочное охлаждение торцевой стенки 20.

Предлагаемое устройство позволяет реализовать несколько режимов работы.

Первый тип устройства подачи топлива - форсунки 12 позволяет сжигать тяжелое жидкое топливо с получением широкого диапазона получаемой тепловой мощности и температуры продуктов сгорания на выходе. В этом случае топливо подают через один или более штуцер 14 в полость 19, откуда топливо поступает по каналам 13 в полость 18 струйных форсунок 12. Из полости 18 топливо поступает в цилиндрические каналы 15, выполненные в торцевой стенке 17 тангенциального соплового закручивающего аппарата 10. Из каналов 15 топливо через отверстия 16 подается перпендикулярно в высокоскоростной поток воздуха, движущийся в проточной части тангенциального соплового закручивающего аппарата 10, формируя в периферийном вихре жаровой трубы 2 топливовоздушную смесь, которая на режиме запуска поджигается воспламеняющим устройством 6. Процесс горения и его стабилизация начинается в зоне торцевой стенки 20 и продолжается в приосевом вихре, с формированием в нем зоны горения, промежуточной зоны и зоны разбавления. Регулирование скорости на выходе из тангенциального соплового аппарата 4 позволяет вводить в зону горения приосевого вихря из периферийного вихря дополнительный

расход топливовоздушной смеси. Это обеспечивает в зоне горения режим горения с максимальной температурой и малым временем пребывания. Продукты сгорания через канал 4 выводятся из устройства внешнему потребителю.

5 Второй тип устройства подачи топлива использует одну или более центробежных форсунок 5, которые позволяют сжигать более легкое жидкое топливо, например дизельное топливо. В этом случае процесс горения осуществляется при коэффициенте избытка воздуха меньше единицы, а процесс дожигания происходит в зоне горения приосевого вихря. В этом случае в зону горения, в промежуточную зону и зону разбавления поступает только воздух из периферийного вихря.

10 Третий тип устройства подачи топлива позволяет сжигать как чистое газообразное топливо, так и забалластированное негорючими компонентами топливо. При сжигании забалластированного топлива, имеющего не стабильный состав или расход, стабилизация горения осуществляется подачей дополнительного топлива через форсунки 5.

15 При использовании газообразного забалластированного топлива увеличение скорости на выходе из тангенциального соплового закручивающего аппарата и варьирование геометрическими размерами основных проходных отверстий проточной части в указанном выше диапазоне позволяет осуществить режим работы предлагаемого устройства при давлении газообразного топлива ниже атмосферного, то есть режим с эжектированием сжигаемого забалластированного топлива.

20 При движении приосевого потока по жаровой трубе 2 от торцевой стеки 20 в направлении канала выхода продуктов сгорания 4 он ускоряется. Ускорение потока происходит за счет осевого градиента статического давления, который в приосевой зоне жаровой трубы направлен от тангенциального соплового закручивающего аппарата 10 в сторону торцевой стенки 20. Анизотропная турбулентность, формируемая на границе разделения периферийного и приосевого вихрей, превалирующая в радиальном направлении жаровой трубы 2, и генерируемые ею акустические колебания существенно влияют на тепло - массообменные процессы в жаровой трубе 2, способствуя последующим процессам смесеобразования, горения и разбавления и, как следствие, увеличению полноты сгорания и эффективного КПД предлагаемого устройства.

30 Предлагаемое устройство позволяет осуществить режим работы сжигания забалластированного водой жидкого или газообразного топлива. В этом случае подача основного жидкого или газообразного топлива осуществляется струйными форсунками 12, а подача воды форсунками 5. В этом случае, поступающие из периферийного вихря горячие продукты сгорания трансформируют воду в состояние водяного пара, который поступает в зону горения максимальной температуры приосевого вихря, способствуя в некотором диапазоне содержания в топливе воды снижению выбросов  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_x\text{H}_y$ .

40 Таким образом, введенные в устройство для сжигания топлива новые отличительные признаки, в совокупности с известными признаками, позволяют решить поставленную задачу, а именно: повысить надежность запуска и устойчивой работы на жидком топливе повышенной вязкости, на газообразном и забалластированном как негорючими компонентами, так и водой топливе, а также топливе, включающем измельченные твердые горючие компоненты и их смеси с водой, обеспечить процесс сжигания при давлении газообразного топлива ниже атмосферного, обеспечить сжигание со снижением выбросов  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_x\text{H}_y$ , расширить область его применения устройства.

45 Заявляемое изобретение может быть выполнено имеющимися техническими средствами на имеющемся оборудовании.

## (57) Формула изобретения

Устройство для сжигания топлива, содержащее вихревую противоточную жаровую трубу, завихритель, канал выхода продуктов сгорания, устройства подачи топлива и воспламеняющее устройство, отличающееся тем, что содержит три типа устройств подачи топлива, при этом первый тип устройств подачи топлива выполнен в виде струйных форсунок, расположенных в завихрителе, выходные отверстия проточных каналов которых перпендикулярны к торцевой стенке завихрителя, причем выходные отверстия каналов выходят в минимальном сечении проточных каналов тангенциального соплового закручивающего аппарата, при этом второй тип устройств содержит не менее одной центробежной форсунки, а третий тип устройств выполнен в виде патрубка, установленного в аксиальном отверстии на торцевой стенке жаровой трубы, причем второй и третий типы устройств подачи топлива размещены в противоположном от завихрителя конце жаровой трубы.

15

20

25

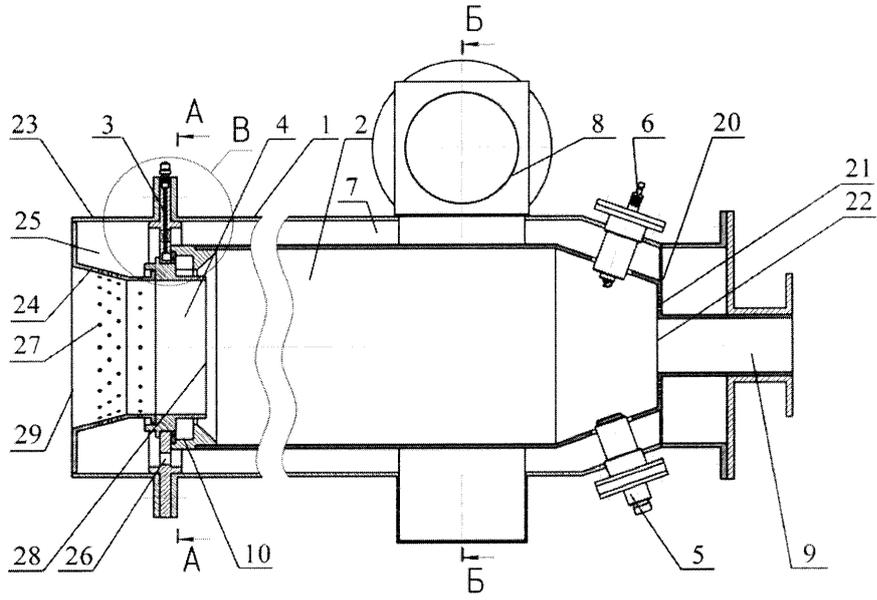
30

35

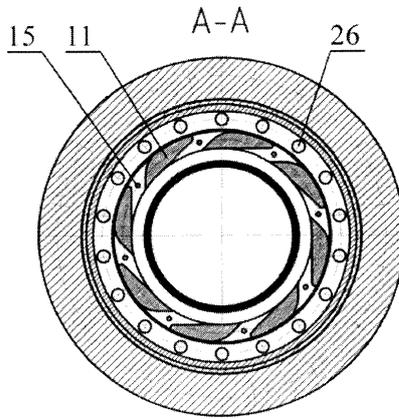
40

45

1

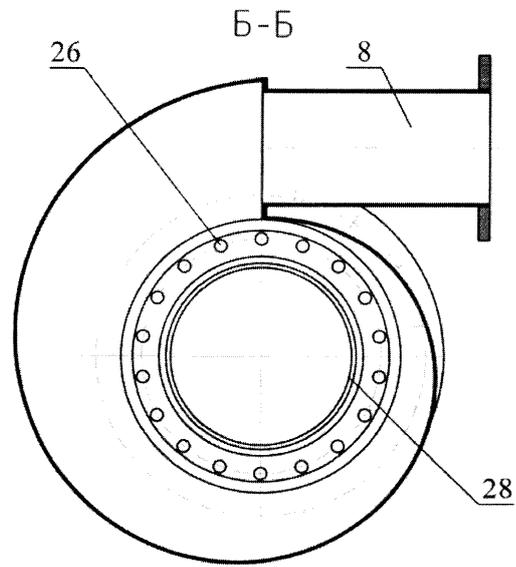


ФИГ. 1

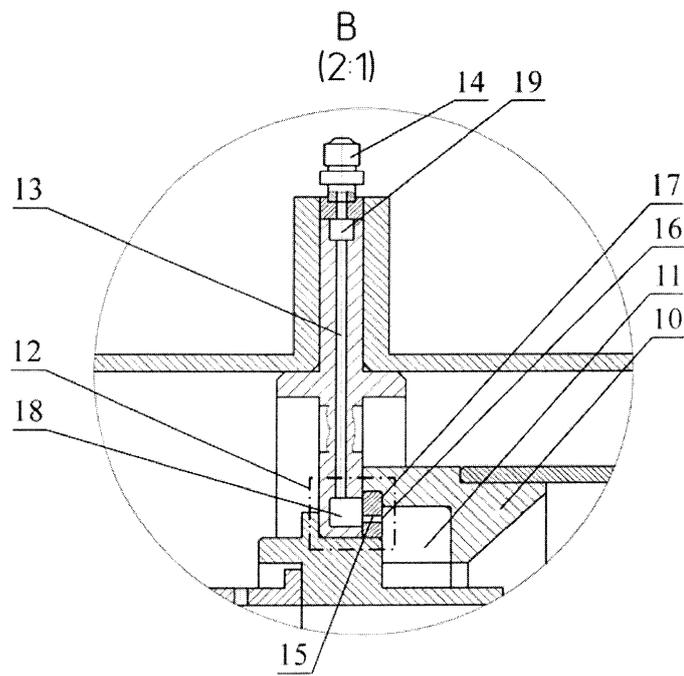


ФИГ. 2

2



ФИГ. 3



ФИГ. 4