

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С  
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация  
Интеллектуальной Собственности  
Международное бюро



(10) Номер международной публикации  
**WO 2014/129920 A1**

(43) Дата международной публикации  
28 августа 2014 (28.08.2014)

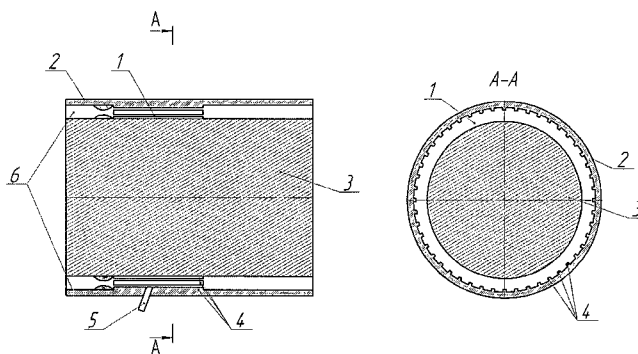
WIPO | PCT

- (51) Международная патентная классификация:  
*F23R 7/00* (2006.01)
- (21) Номер международной заявки: PCT/RU2013/000130
- (22) Дата международной подачи:  
19 февраля 2013 (19.02.2013)
- (25) Язык подачи: Русский
- (26) Язык публикации: Русский
- (71) Заявитель: НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО  
ПО НАУЧНОЙ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ И  
ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ "ЦЕНТР  
ИМПУЛЬСНОГО ДЕТОНАЦИОННОГО  
ГОРЕНИЯ" (NONPROFIT PARTNERSHIP IN SCIENCE,  
EDUCATION AND INNOVATION ACTIVITIES "CENTER  
FOR PULSE-DETONATION COMBUSTION") [RU/RU]; ул. Косыгина, 4-1-75, Москва,  
119334, Moscow (RU).
- (72) Изобретатели: ФРОЛОВ, Сергей Михайлович  
(FROLOV, Sergey Mihaylovich); Осенняя улица, 14-304,  
Москва, 121614, Moscow (RU). ФРОЛОВ, Федор  
Сергеевич (FROLOV, Fedor Sergeevich); ул. 2-я  
Кабельная, 15-6, Москва, 111024, Moscow (RU).
- (81) Указанные государства (если не указано иначе, для  
каждого вида национальной охраны): AE, AG, AL, AM,  
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,

[продолжение на следующей странице]

(54) Title: DEVICE FOR FUEL COMBUSTION IN A CONTINUOUS DETONATION WAVE

(54) Название изобретения : УСТРОЙСТВО ДЛЯ СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА В НЕПРЕРЫВНОЙ ДЕТОНАЦИОННОЙ ВОЛНЕ



Фиг. 1а

(57) Abstract: The invention relates to devices for the combustion of a gaseous or atomized liquid fuel, and specifically to gas or droplet detonation, and can be used for the combustion of a combustible mix in various technological devices and power plants operating under conditions of continuous detonation combustion. What is proposed is: a device for the detonation combustion of a fuel in a continuous detonation wave, which device comprises a ring-shaped or disc-shaped combustion chamber with a fuel component supply system and with a detonation initiator, in which turbulator barriers of constant or variable height in the form of regular grooves or pins or in the form of a sandy grittiness are formed on the inner surfaces of the combustion chamber. In cross section, the profile of the groove has a rectangular or semicircular shape, and the pin has the shape of a cone, a truncated cone or a hemisphere. The turbulator barriers are oriented so as, on propagation of the detonation wave, to form hotspots which ensure additional stability of the process. With the aid of the orientation of the turbulator barriers, it is possible to also solve other problems, for example to set the direction of the thrust vector during use of the combustion chamber in a reaction engine. The invention differs in terms of the high level of technological efficiency and makes it possible to ensure a stable process for detonation combustion of both homogeneous and heterogeneous fuel mixes in a continuous detonation wave.

(57) Реферат:

[продолжение на следующей странице]

WO 2014/129920 A1



BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Указанные государства (если не указано иначе, для каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG,

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Декларации в соответствии с правилом 4.17:**

- касающаяся права заявителя подавать заявку на патент и получать его (правило 4.17 (ii))
- об авторстве изобретения (правило 4.17 (iv))

**Опубликована:**

- с отчётом о международном поиске (статья 21.3)

Изобретение относится к устройствам для сжигания газообразного или распыленного жидкого топлива, а именно, к газовой или капельной детонации и может быть использовано для сжигания горючей смеси в различных технологических устройствах и энергетических установках, работающих в режиме непрерывного детонационного горения. Предложено устройство для детонационного сжигания топлива в непрерывной детонационной волне, включающее кольцевую или дисковую камеру сгорания с системой подачи топливных компонентов и с инициатором детонации, в котором на внутренних поверхностях камеры сгорания выполнены препятствия-турбулизаторы постоянной или переменной высоты в виде регулярных шлицов или шипов, или в виде песочной шероховатости. В поперечном сечении профиль шлица имеет прямоугольную или полукруглую форму, а шип имеет форму конуса, усеченного конуса, или полусферы. Препятствия-турбулизаторы ориентированы так, чтобы при распространении детонационной волны создавать горячие точки, обеспечивающие дополнительную устойчивость процесса. С помощью ориентации препятствий-турбулизаторов можно решать и другие задачи, например, задавать направление вектора тяги при использовании камеры сгорания в составе реактивного двигателя. Изобретение отличается высокой технологичностью и позволяет осуществить устойчивый процесс детонационного сжигания как однородных, так и гетерогенных топливных смесей в непрерывной детонационной волне.

## Устройство для сжигания топлива в непрерывной детонационной волне

### Область техники

Изобретение относится к устройствам для сжигания газообразного или распыленного жидкого топлива, а именно, к газовой или капельной детонации, и может быть использовано для сжигания горючей смеси в различных технологических устройствах и энергетических установках, работающих в режиме непрерывного детонационного горения.

Одной из наиболее важных проблем при создании детонационных технологических устройств и энергетических установок является поиск условий надежного инициирования и существования самоподдерживающейся непрерывной детонационной волны в смесях горючего с окислителем в широком диапазоне давлений подачи компонентов смеси и состава смеси.

### Предшествующий уровень техники

Известно устройство для сжигания топлива в непрерывной детонационной волне, описанное в статье Быковского Ф.А. и Митрофанова В.В. Детонационное сжигание газовой смеси в цилиндрической камере сгорания / Физика горения и взрыва. 1980. Т.16, №5. С. 107-117, представляющее собой кольцевой цилиндрический зазор с гладкими стенками и с торцевой частью, через отверстия в которой подаются топливные компоненты: газообразный кислород и горючий газ (метан, ацетилен, пропан или водород) в соотношении, соответствующем стехиометрической топливно-кислородной смеси. Детонация в кольцевой камере инициируется высоковольтным разрядом с энергией не менее 10 Дж. Недостаток данного устройства – ограниченная область существования рабочих режимов с одной или несколькими детонационными волнами (по давлению подачи компонентов смеси и по составу смеси).

Известно устройство для сжигания топлива в непрерывной детонационной волне, описанное в статье Быковского Ф.А., Митрофанова В.В. и Ведёрников Е.Ф. Непрерывное детонационное сжигание топливно-воздушных смесей / Физика горения и взрыва. 1997. Т.33, №3. С. 120-131, представляющее собой цилиндрическую камеру сгорания дискообразной формы, образованную двумя основаниями, в одном из которых выполнено выходное отверстие, и боковой цилиндрической поверхностью, через отверстия в которой подаются топливные компоненты: воздух и горючее

(керосин, дизельное топливо, метан, водород) в соотношении, соответствующем богатой топливно-воздушной смеси (коэффициент избытка топлива -  $\varphi = 1,3-1,7$ ), и бедной смеси для водорода -  $\varphi \approx 0,5$ . Детонация инициируется посредством подрыва взрывчатого вещества массой 0,2 г. Недостаток данного устройства – высокое избыточное давление подачи топливных компонентов, которое, например, для водорода должно быть не менее 7 МПа, а для метана – не менее 10 МПа. Кроме того, для воздушных смесей водорода и углеводородов область существования рабочих режимов с одной или несколькими детонационными волнами еще более ограничена по давлениям подачи компонентов смеси и по составу смеси, чем для кислородных смесей этих горючих.

Известно устройство для сжигания топлива в непрерывной детонационной волне (US 2010/0050592 A1, F02C 5/02, F02C 5/12 опубликовано 04.03.2010), в котором непрерывная детонационная волна формируется в камере сгорания, представляющей собой кольцевой зазор с гладкими стенками. При этом в камеру сгорания подаётся готовая смесь топлива и окислителя (в качестве которого может быть использован как кислород, так и воздух). Недостаток устройства – работа только на смесях стехиометрического состава.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению по технической сущности является устройство, описанное в патенте US 2012/0151898 A1, F02K 7/075, F02K 7/02 опубликованном 21.06.2012, в котором используется активная подготовка смеси при помощи стриммерных разрядов, генерируемых на входе в кольцевую камеру сгорания между её внешней и внутренней стенками. Это позволяет расширить концентрационные пределы детонации и допускает работу данного устройства как на топливно-кислородной смеси, так и на топливно-воздушной смеси. Недостаток устройства – сложность конструкции, а также чувствительность системы к типу топлива. В частности, при использовании жидких топлив работа установки будет нестабильна из-за наличия капель топлива в межэлектродном зазоре, что приведёт к снижению мощности разряда (вплоть до его отсутствия).

Отмеченные недостатки перечисленных выше устройств можно частично устранить, используя простые конфигурации камеры сгорания (без активной подготовки смеси) с шероховатыми стенками вместо гладких стенок. Как показано в работе «Gaseous detonations – a selective review» // B.E. Gelfand, S.M. Frolov, M.A.

Nettleton / Prog. Energy Combust. Sci., 1991, Vol. 17, No. 4, p. 327-371, шероховатость стенок канала приводит к расширению пределов детонации горючих смесей.

### **Раскрытие изобретения**

5 Задачей изобретения является создание такого устройства, в котором реализуется устойчивый процесс непрерывного детонационного горения гомогенных и гетерогенных горючих смесей (включая топливно-кислородные и топливно-воздушные смеси) в широких концентрационных пределах.

10 Решение поставленной задачи достигается предлагаемым устройством для непрерывного детонационного горения горючей смеси, включающим кольцевую или дисковую камеру сгорания, систему подачи топлива и окислителя, инициатор детонации, в котором на внутренних поверхностях камеры сгорания выполнены препятствия-турбулизаторы.

15 Кольцевая камера сгорания образована двумя коаксиальными телами любой формы, например, кругового или эллиптического цилиндра, с постоянным или переменным (по угловой координате и (или) по времени) кольцевым зазором. Изменение ширины кольцевого зазора может использоваться для управления вектором тяги при использовании камеры сгорания в составе реактивного двигателя.

20 Дисковая камера сгорания представляет собой полый диск, образованный двумя основаниями с центральным соплом в одном из оснований и цилиндрической боковой стенкой с отверстиями для подачи топливных компонентов, причём расстояние между основаниями может изменяться по угловой координате и (или) по времени. Изменение расстояния между основаниями может использоваться для управления вектором тяги при использовании камеры сгорания в составе реактивного двигателя.

### **25 Краткое описание чертежей**

На фиг. 1а приведена схема заявляемого устройства с кольцевой камерой сгорания.

На фиг. 1б приведена схема заявляемого устройства с дисковой камерой сгорания.

30 На фиг. 2а показаны примеры размещения препятствий-турбулизаторов в сечении А кольцевой камеры сгорания.

На фиг. 2б показаны примеры размещения препятствий-турбулизаторов в дисковой камере сгорания.

На фиг. 3а приведены возможные конфигурации препятствий-турбулизаторов в кольцевой камере сгорания: (i) изменение высоты шлицов или шипов в продольном направлении; (ii) продольные конфигурации шлицов или шипов; (iii) поперечные профили шлицов и шипов.

5 На фиг. 3б приведены возможные конфигурации препятствий-турбулизаторов в дисковой камере сгорания: (i) конфигурации препятствий-турбулизаторов на основании (2); (ii) конфигурации препятствий-турбулизаторов на боковой стенке (3).

На фиг. 4а представлена расчётная схема кольцевой камеры сгорания с препятствиями-турбулизаторами.

10 На фиг. 4б представлена расчётная схема кольцевой камеры сгорания с гладкими стенками.

На фиг. 5а приведена расчетная зависимость давления от времени в кольцевой камере сгорания с препятствиями-турбулизаторами.

15 На фиг. 5б приведена расчетная зависимость давления от времени в кольцевой камере сгорания с гладкими стенками.

#### **Вариант осуществления изобретения**

На фиг. 1а приведена схема заявляемого устройства с кольцевой камерой сгорания.

20 Основной элемент устройства – кольцевая камера сгорания (1), образованная корпусом (2), центральным цилиндрическим телом (3), содержащая препятствия-турбулизаторы (4), инициатор детонации (5) и огневое днище на выходе из канала (6), предназначенного для подачи горючей смеси или ее компонентов.

25 В кольцевой камере сгорания препятствия-турбулизаторы (4) могут быть выполнены в виде шлицов или шипов, или песочной шероховатости и расположены на внутренних поверхностях камеры сгорания.

30 Препятствия-турбулизаторы ориентированы так, чтобы при распространении детонационной волны создавать горячие точки, обеспечивающие дополнительную устойчивость процесса и расширение пределов детонации. С помощью ориентации препятствий-турбулизаторов можно решать и другие задачи, например, задавать направление вектора тяги при использовании камеры сгорания в составе реактивного двигателя. В кольцевой камере сгорания шлицы и шипы могут быть ориентированы либо вдоль продольной оси камеры сгорания, либо вдоль винтовой линии на боковых поверхностях камеры сгорания, либо под углом к продольной оси камеры сгорания.

По мере удаления от огневого днища их высота изменяется или остаётся неизменной. Профиль поперечного сечения шлицов имеет прямоугольную или полукруглую форму, а шипов – форму конуса или усечённого конуса, или полусферы.

5 В кольцевой камере сгорания размер зерна песочной шероховатости изменяется или остаётся неизменным по мере удаления от огневого днища.

На фигуре 2а показаны примеры размещения препятствий-турбулизаторов (4) в сечении А (см. фиг. 1а). На фигуре 3а для примера приведены возможные конфигурации препятствий-турбулизаторов (4).

10 На фиг. 1б приведена схема заявляемого устройства с дисковой камерой сгорания.

Основной элемент устройства – дисковая камера сгорания (1), образованная двумя основаниями (2) и боковой стенкой (3) (огневым днищем), содержащими препятствия-турбулизаторы (4), инициатор детонации (5), каналы подачи (6) горючей смеси (или ее компонентов) и выходное отверстие (7).

15 В дисковой камере сгорания шлицы и шипы могут быть расположены на обоих основаниях, на одном из оснований, на боковой стенке, а также на всех внутренних поверхностях камеры. Препятствия-турбулизаторы ориентированы так, чтобы при распространении детонационной волны создавать горячие точки, обеспечивающие дополнительную устойчивость процесса и расширение пределов детонации. С  
20 помощью ориентации препятствий-турбулизаторов можно решать и другие задачи, например, задавать направление вектора тяги при использовании камеры сгорания в составе реактивного двигателя. На основаниях дисковой камеры сгорания препятствия-турбулизаторы ориентированы либо по радиусу оснований, либо вдоль винтовой линии на основаниях, либо под углом к радиусу оснований, а на боковой  
25 стенке они ориентированы по высоте стенки или под углом к основаниям. По мере удаления от боковой стенки камеры сгорания высота шлицов и шипов изменяется или остаётся неизменной. Профиль поперечного сечения шлицов имеет прямоугольную или полукруглую форму, а шипов – форму конуса или усечённого конуса, или полусферы.

30 В дисковой камере сгорания выходное отверстие (7) выполнено в нижнем и (или) верхнем основании (2).

В дисковой камере сгорания размер зерна песочной шероховатости изменяется или остаётся неизменным по мере удаления от боковой стенки (3) (огневого днища).

На фигурах 2б и 3б для примера приведены возможные конфигурации препятствий-турбулизаторов (4) в дисковой камере сгорания.

Предлагаемое устройство работает следующим образом.

В камеру сгорания (1) через каналы подачи горючей смеси (6) непрерывно  
5 подаётся горючая смесь (или её компоненты). Подача горючей смеси организована таким образом, что в кольцевой камере сгорания смесь движется в осевом направлении, а в дисковой камере сгорания – в радиальном направлении. Для инициирования детонационной волны используется инициатор детонации (5). После кратковременного переходного периода в камере сгорания образуется устойчивая  
10 волновая конфигурация в виде одной или нескольких бегущих друг за другом самоподдерживающихся детонационных волн, циркулирующих с постоянной скоростью над огневым днищем камеры (1). В отличие от механизма распространения детонации в камере сгорания с гладкими стенками, где устойчивость рабочего режима в основном определяется интенсивностью лидирующей ударной волны, ведущей  
15 детонацию, и дифракцией волны на сжимающей стенке (внешней боковой стенке в кольцевой камере или боковой стенке в дисковой камере), в механизме распространения детонации в камере сгорания с препятствиями-турбулизаторами появляется дополнительный фактор обеспечения устойчивости рабочего режима, а именно: регулярное образование горячих точек в результате отражения ударной  
20 волны, ведущей детонацию, от препятствий-турбулизаторов. Наличие горячих точек, порожденных отражением ударной волны от препятствий-турбулизаторов, позволяет получить рабочий режим с бегущими детонационными волнами в условиях, при которых в камере с гладкими стенками такой режим невозможен.

Приводим пример сравнительного многомерного газодинамического расчёта  
25 работы предлагаемого устройства для сжигания топлива в непрерывной детонационной волне с препятствиями-турбулизаторами в кольцевой камере сгорания и аналогичного устройства с кольцевой камерой сгорания с гладкими стенками при одинаковых расходах стехиометрической смеси водорода и воздуха. Расчётные схемы кольцевых камер сгорания с препятствиями-турбулизаторами и с гладкими стенками  
30 представлены на фиг. 4а и фиг. 4б соответственно.

Результаты расчётов представлены на фиг. 5а и 5б соответственно. Из графиков давления видно, что в предлагаемом устройстве формируется непрерывная

детонационная волна (см. фиг. 5а), тогда как в устройстве без препятствий-турбулизаторов (см. фиг. 5б) при тех же условиях детонационная волна разрушается.

Таким образом, предложено технологичное устройство, в котором реализуется устойчивый процесс детонационного сжигания горючей смеси в непрерывной

5 детонационной волне.

**Формула изобретения**

Пункт 1. Устройство для детонационного сжигания топлива в непрерывной детонационной волне, включающее кольцевую камеру сгорания, систему подачи топливных компонентов и инициатор детонации, *отличающееся* тем, что на внутренних поверхностях камеры сгорания выполнены препятствия-турбулизаторы.

Пункт 2. Устройство по п.1, *отличающееся* тем, что кольцевая камера сгорания образована двумя коаксиальными телами любой формы, с постоянным или переменным (по угловой координате и (или) по времени) кольцевым зазором.

Пункт 3. Устройство по п.1, *отличающееся* тем, что препятствия-турбулизаторы выполнены в виде шлицов, шипов, или песочной шероховатости.

Пункт 4. Устройство по п.1, *отличающееся* тем, что шлицы и шипы ориентированы либо вдоль продольной оси камеры сгорания, либо вдоль винтовой линии на боковых поверхностях камеры сгорания, либо под углом к продольной оси камеры сгорания.

Пункт 5. Устройство по п.1, *отличающееся* тем, что высота шлицов и шипов, а также размер зерна песочной шероховатости изменяются или остаются неизменными по мере удаления от огневого днища.

Пункт 6. Устройство по п.1, *отличающееся* тем, что профиль поперечного сечения шлицов имеет прямоугольную или полукруглую форму, а шипов – форму конуса, усечённого конуса, или полусферы

Пункт 7. Устройство для детонационного сжигания топлива в непрерывной детонационной волне, включающее дисковую камеру сгорания, систему подачи топливных компонентов и инициатор детонации, *отличающееся* тем, что на внутренних поверхностях камеры сгорания выполнены препятствия-турбулизаторы.

Пункт 8. Устройство по п.7, *отличающееся* тем, что препятствия-турбулизаторы выполнены или в виде шлицов, или шипов, или песочной шероховатости.

Пункт 9. Устройство по п.7, *отличающееся* тем, что расстояние между основаниями дисковой камеры сгорания изменяется по угловой координате и (или) по времени.

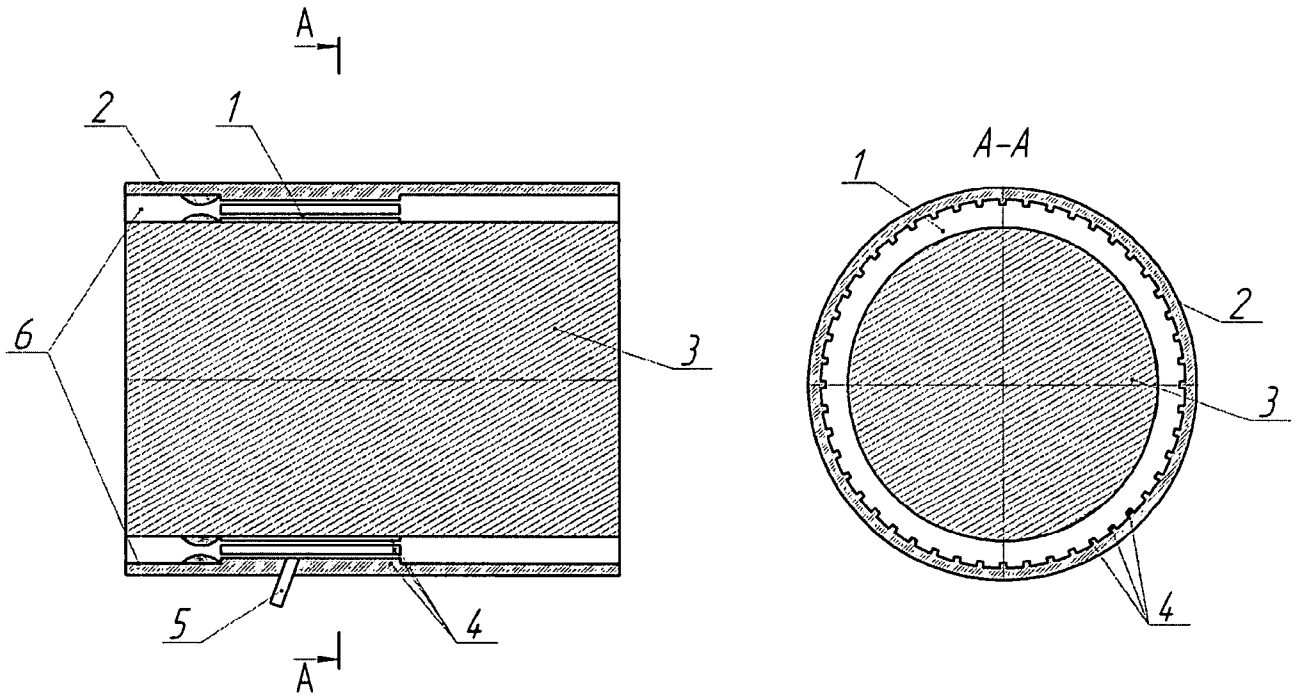
Пункт 10. Устройство по п.7, *отличающееся* тем, что центральное сопло выполнено в нижнем и (или) верхнем основании дисковой камеры сгорания.

Пункт 11. Устройство по п.7, *отличающееся* тем, что шлицы и шипы могут быть расположены на обоих основаниях, на одном из оснований, на боковой стенке, а также на всех внутренних поверхностях камеры.

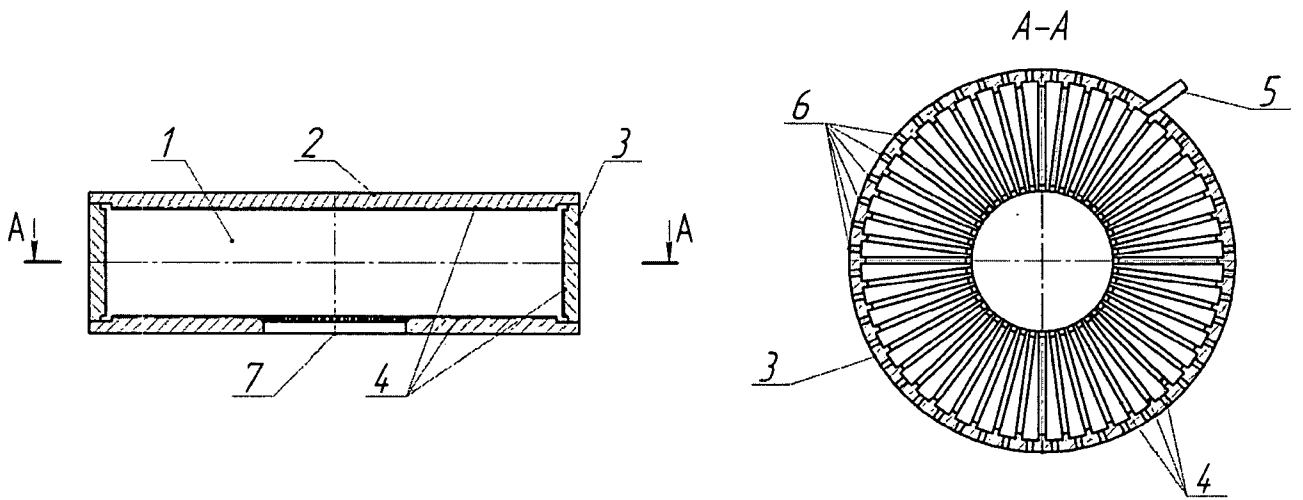
5 Пункт 12. Устройство по п.11, *отличающееся* тем, что шлицы и шипы на основаниях ориентированы либо по радиусу оснований, либо вдоль винтовой линии на основаниях, либо под углом к радиусу оснований, а на боковой стенке они ориентированы по высоте стенки или под углом к основаниям.

10 Пункт 13. Устройство по п.11, *отличающееся* тем, что высота шлицов и шипов, а также размер зерна песочной шероховатости изменяются или остаются неизменным по мере удаления от боковой стенки камеры сгорания.

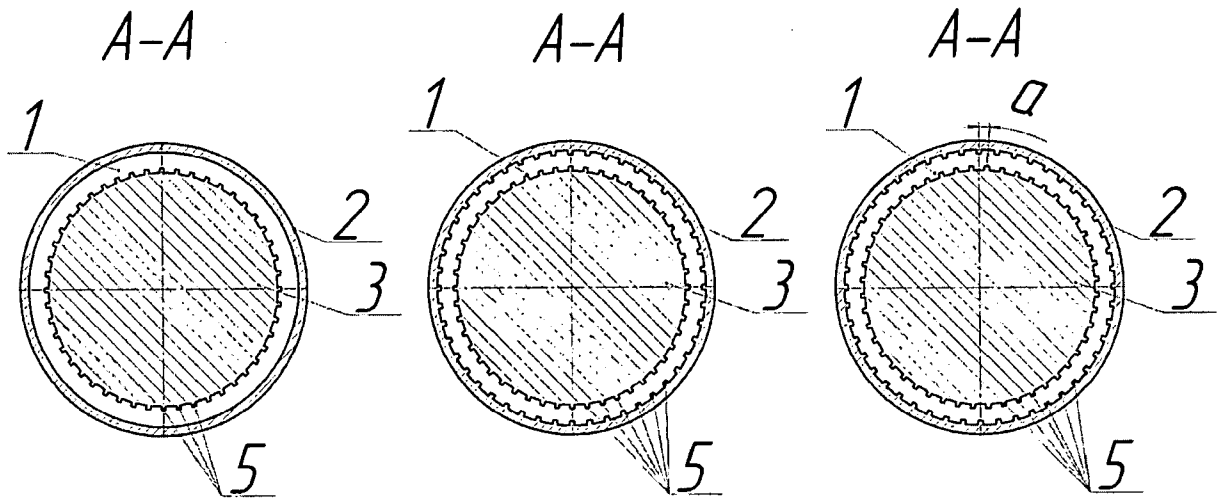
Пункт 14. Устройство по п.11, *отличающееся* тем, что профиль поперечного сечения шлицов имеет прямоугольную или полукруглую форму, а шипов – форму конуса, усечённого конуса, или полусферы.



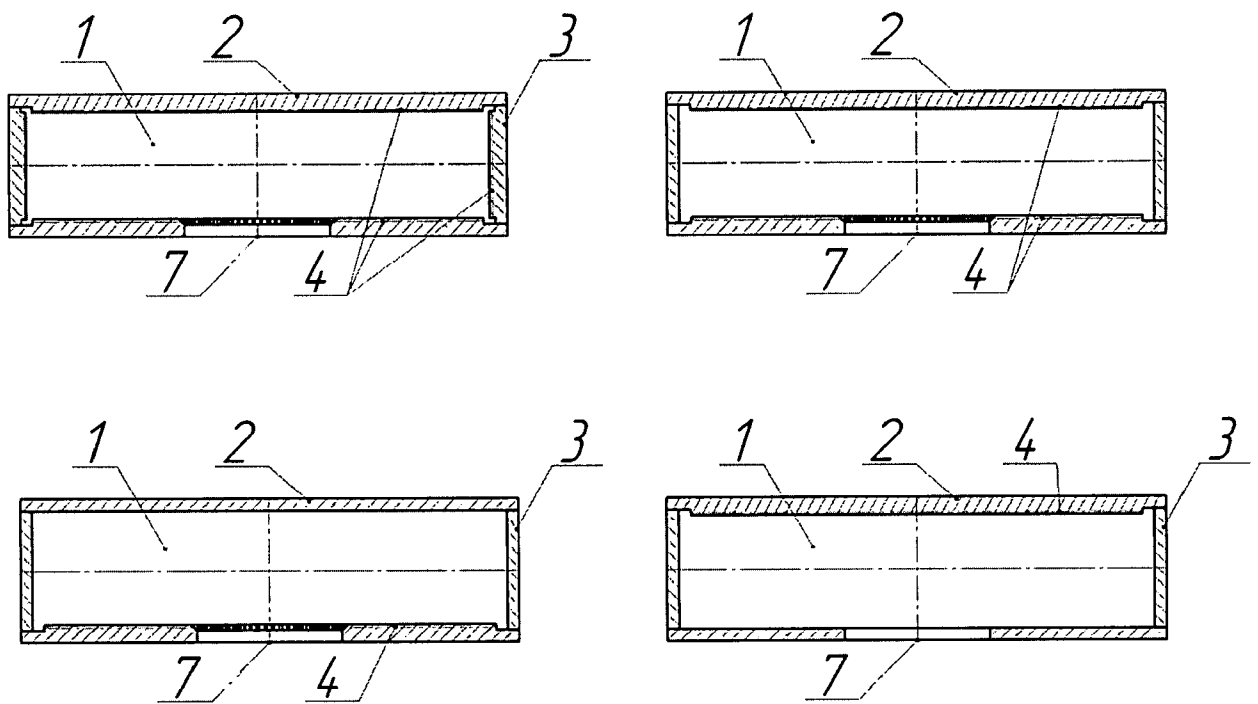
Фиг. 1а



Фиг. 1б

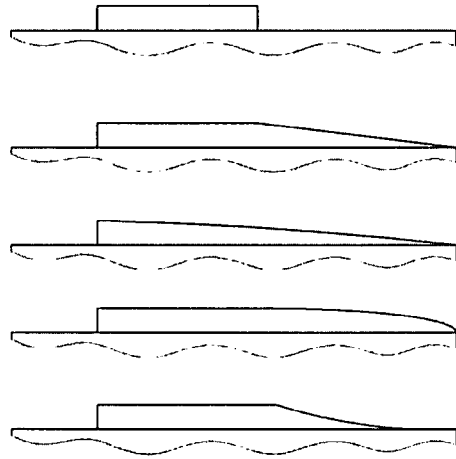


Фиг. 2а

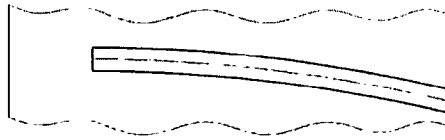
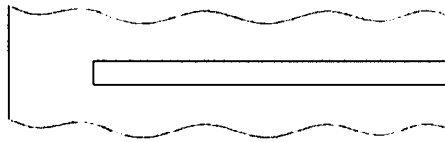


Фиг. 2б

3/6



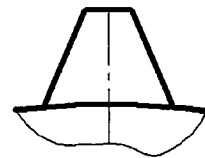
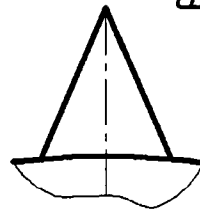
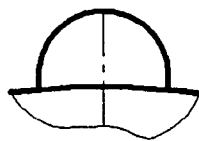
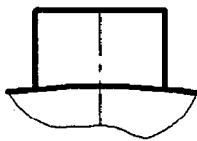
(i)



(ii)

*ШЛИЦЫ*

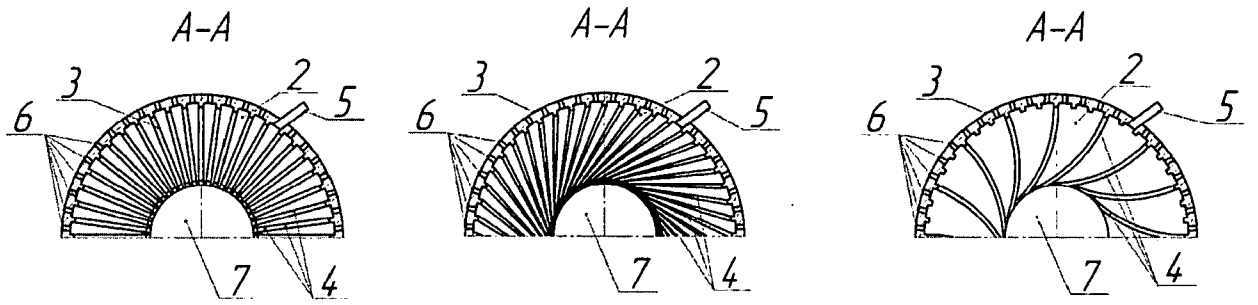
*ШИПЫ*



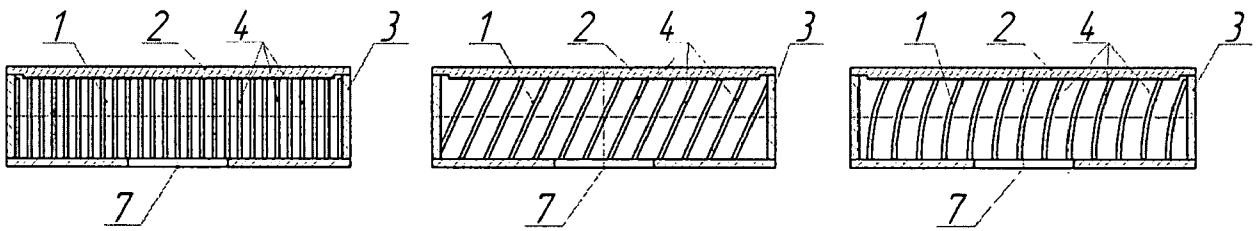
(iii)

Фиг. 3а

4/6

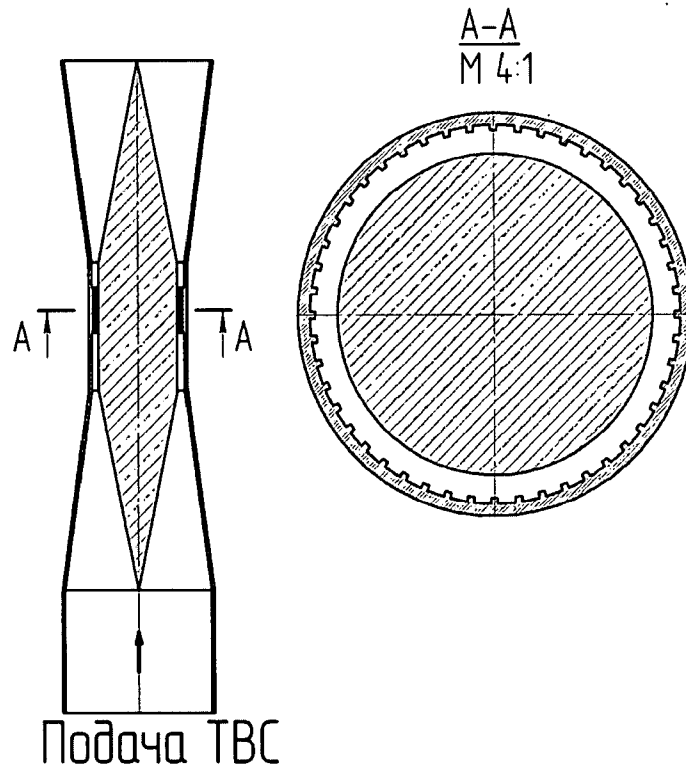


(i)

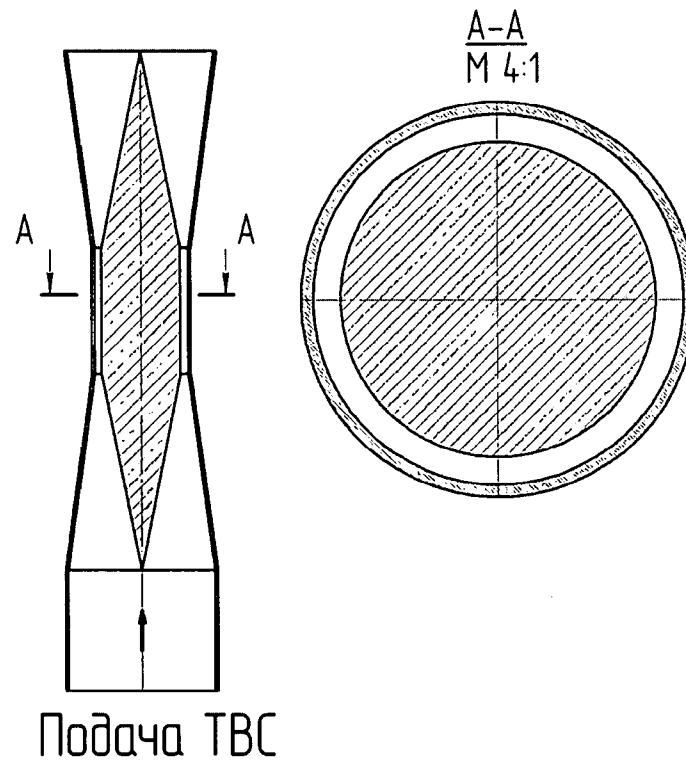


(ii)

Фиг. 36

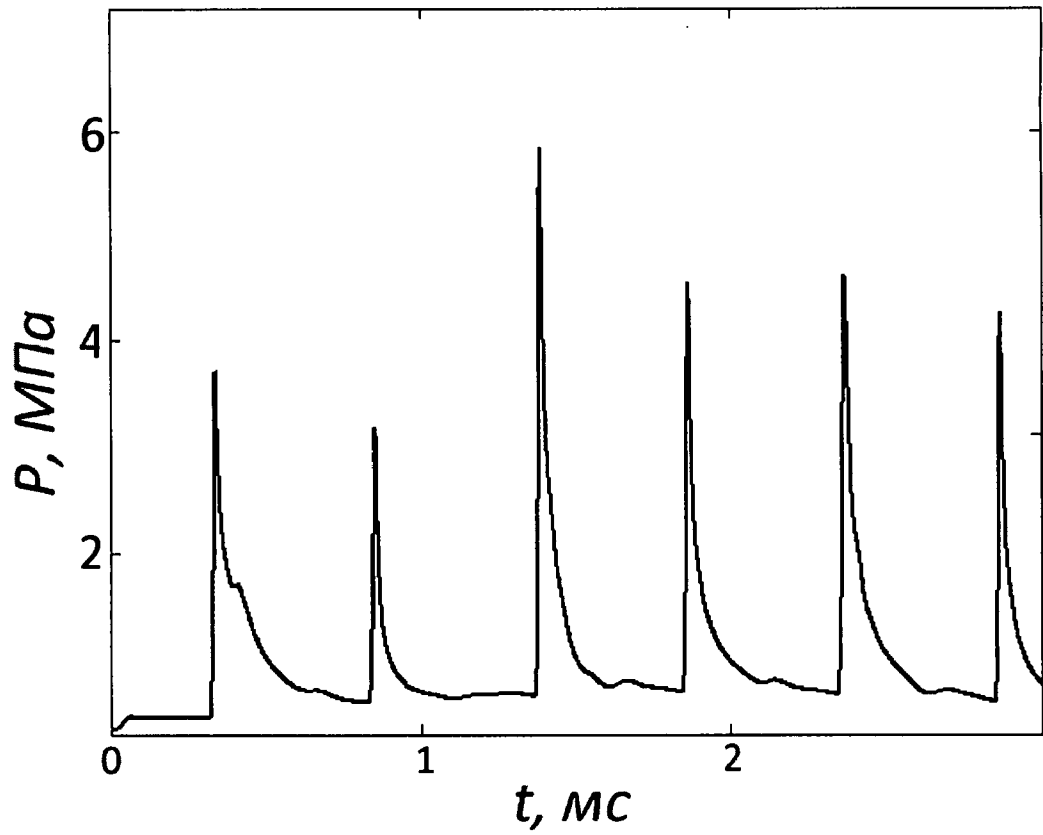


Фиг. 4а

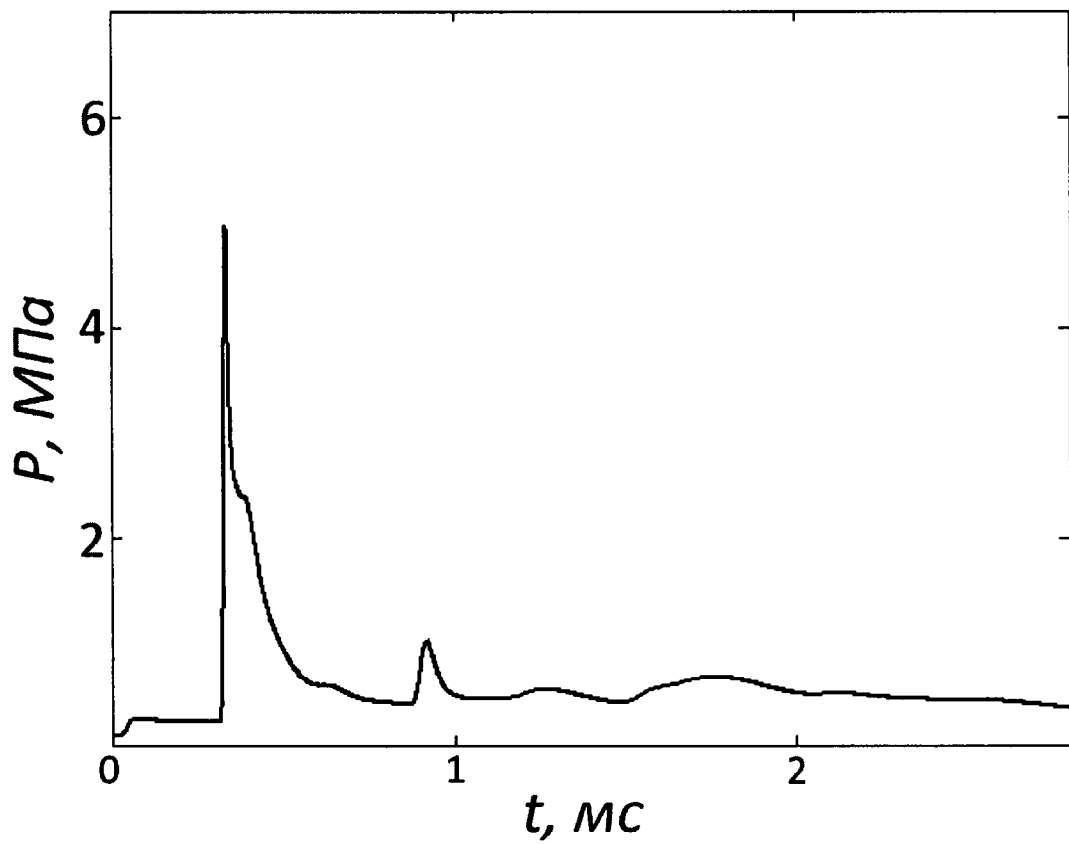


Фиг. 4б

6/6



Фиг. 5а



Фиг. 5б

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/RU 2013/000130

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
F23R 7/00 (2006.01)		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
F23R 7/00, F23C 15/00, F02K 7/00-7/08, F02C 5/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
PatSearch (RUPTO internal), USPTO, PAJ, Esp@cenet		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2012/0151898 A1 (SCOTT CLAFFIN) 21.06.2012, fig. 1, 2, [0007]-[0009]	1-6
Y	US 20 12/0131899 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 31.05.2012, fig. 3, [0019]	1-8, 10-14
Y	RU 2333423 C2 (INSTITUT GIDRODINAMIKI IM. M. A. LAVRENTEVA SO RAN (IGIL SO RAN)) 10.09.2008, fig. 1, p. 4, lines 1 5-27	7, 8, 10-14
Y	SU 1654603 A1 (INSTITUTGORNOGO DELA) 07.06.1991, fig. 2, col. 4, para. 1	6, 14
A	US 6877310 B2 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 12.04.2005	1, 14
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
28 October 2013 (28.10.2013)		07 November 2013 (07.11.2013)
Name and mailing address of the ISA/		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

<p>A. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ <b>F23R 7/00 (2006.01)</b></p> <p>Согласно Международной патентной классификации МПК</p>																			
<p>B. ОБЛАСТЬ ПОИСКА</p> <p>Проверенный минимум документации (система классификации с индексами классификации)</p> <p>F23R 7/00, F23C 15/00, F02K 7/00-7/08, F02C 5/00</p> <p>Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки</p> <p>Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)</p> <p>PatSearch (RUPTO internal), USPTO, PAJ, Esp@cenet</p>																			
<p>C. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Категория*</th> <th>Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей</th> <th>Относится к пункту №</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>US 2012/0151898 A1 (SCOTT CLAFFIN) 21.06.2012, фиг. 1; 2, [0007]-[0009]</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2012/0131899 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 31.05.2012, фиг. 3, [0019]</td> <td>1-8, 10-14</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>RU 2333423 C2 (ИНСТИТУТ ГИДРОДИНАМИКИ ИМ. М. А. ЛАВРЕНТЬЕВА СО РАН (ИГИЛ СО РАН)) 10.09.2008, фиг. 1, с. 4, строки 15-27</td> <td>7, 8, 10-14</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>SU 1654603 A1 (ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА) 07.06.1991, фиг. 2, кол. 4, абз. 1</td> <td>6, 14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 6877310 B2 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 12.04.2005</td> <td>1-14</td> </tr> </tbody> </table>		Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №	Y	US 2012/0151898 A1 (SCOTT CLAFFIN) 21.06.2012, фиг. 1; 2, [0007]-[0009]	1-6	Y	US 2012/0131899 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 31.05.2012, фиг. 3, [0019]	1-8, 10-14	Y	RU 2333423 C2 (ИНСТИТУТ ГИДРОДИНАМИКИ ИМ. М. А. ЛАВРЕНТЬЕВА СО РАН (ИГИЛ СО РАН)) 10.09.2008, фиг. 1, с. 4, строки 15-27	7, 8, 10-14	Y	SU 1654603 A1 (ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА) 07.06.1991, фиг. 2, кол. 4, абз. 1	6, 14	A	US 6877310 B2 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 12.04.2005	1-14
Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №																	
Y	US 2012/0151898 A1 (SCOTT CLAFFIN) 21.06.2012, фиг. 1; 2, [0007]-[0009]	1-6																	
Y	US 2012/0131899 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 31.05.2012, фиг. 3, [0019]	1-8, 10-14																	
Y	RU 2333423 C2 (ИНСТИТУТ ГИДРОДИНАМИКИ ИМ. М. А. ЛАВРЕНТЬЕВА СО РАН (ИГИЛ СО РАН)) 10.09.2008, фиг. 1, с. 4, строки 15-27	7, 8, 10-14																	
Y	SU 1654603 A1 (ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА) 07.06.1991, фиг. 2, кол. 4, абз. 1	6, 14																	
A	US 6877310 B2 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 12.04.2005	1-14																	
<p><input type="checkbox"/> последующие документы указаны в продолжении графы C.      <input type="checkbox"/> данные о патентах-аналогах указаны в приложении</p>																			
<table border="0"> <tr> <td>* Особые категории ссылочных документов:</td> <td>“Г” более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение</td> </tr> <tr> <td>“А” документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным</td> <td>“Х” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска. заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности</td> </tr> <tr> <td>“Е” более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее</td> <td>“У” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска. заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста</td> </tr> <tr> <td>“L” документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)</td> <td>“&amp;” документ, являющийся патентом-аналогом</td> </tr> <tr> <td>“O” документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета</td> <td></td> </tr> </table>		* Особые категории ссылочных документов:	“Г” более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение	“А” документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным	“Х” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска. заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности	“Е” более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее	“У” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска. заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста	“L” документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)	“&” документ, являющийся патентом-аналогом	“O” документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.		“P” документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета							
* Особые категории ссылочных документов:	“Г” более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение																		
“А” документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным	“Х” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска. заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности																		
“Е” более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее	“У” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска. заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста																		
“L” документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)	“&” документ, являющийся патентом-аналогом																		
“O” документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.																			
“P” документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета																			
<p>Дата действительного завершения международного поиска</p> <p>28 октября 2013 (28.10.2013)</p>	<p>Дата отправки настоящего отчета о международном поиске</p> <p>07 ноября 2013 (07.11.2013)</p>																		
<p>Наименование и адрес ISA/RU: ФИПС, РФ, 123995, Москва, Г-59, ГСП-5, Бережковская наб., 30-1 Факс: (499) 243-33-37</p>	<p>Уполномоченное лицо: Паненков П. Телефон № (499) 240-25-91</p>																		