



(51) МПК  
*F02B 53/08* (2006.01)  
*F01C 1/22* (2006.01)  
*F01C 11/00* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

*F02B 53/08 (2018.08); F01C 1/22 (2018.08); F01C 11/004 (2018.08)*

(21)(22) Заявка: 2018105063, 09.02.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 09.02.2018

Дата регистрации:  
 03.07.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 09.02.2018

(45) Опубликовано: 03.07.2019 Бюл. № 19

Адрес для переписки:

445027, Самарская обл., г. Тольятти, б-р  
 Буденного, 11, кв. 29, Яновскому Александру  
 Владимировичу

(72) Автор(ы):

**Яновский Александр Владимирович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Яновский Александр Владимирович (RU)**

(56) Список документов, цитированных в отчете  
 о поиске: DE 102004023370 A1, 21.10.2004.  
 GR 1005163 B, 21.03.2006. GB 1340387 A,  
 12.12.1973. US 4300874 A, 17.11.1981. DE  
 691511 C, 29.05.1940. DE 1426013 A1,  
 24.04.1969. RU 2377426 C1, 27.12.2009.

(54) РОТОРНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С НЕСИММЕТРИЧНЫМ СЖАТИЕМ И РАСШИРЕНИЕМ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области роторных двигателей внутреннего сгорания. Технический результат заключается в повышении эффективности работы двигателя. Сущность изобретения заключается в том, что всасывание и сжатие рабочего тела (воздух или топливовоздушная смесь) происходит в компрессорной секции, воспламенение и горение топливовоздушной смеси - в камере сгорания, расположенной в средней крышке двигателя, расширение рабочего газа и последующее выталкивание - в турбинной секции. В радиальном направлении камеры сжатия и расширения ограничены цилиндрической поверхностью статоров компрессорной и турбинной секций - каждая своим статором. Изменение объемов камер сжатия и расширения обеспечивают роторы, вращающиеся вокруг двух центров (центр вращения эксцентрикового вала и центр

вращения ротора на эксцентриковом валу) с эксцентриситетом шеек коренных и роторных подшипников. В осевом направлении камеры сжатия и расширения ограничены крышками статора (передняя, средняя, задняя), в которых расположены подшипники коренных опор эксцентрикового вала и синхронизаторы вращения роторов. При этом степень сжатия рабочего тела и степень расширения рабочего газа определяются геометрическими параметрами своей секции (компрессорной, турбинной). Отношение степени расширения к степени сжатия в диапазоне 2÷10 достигается за счет изменения ширины статоров, диаметра рабочих поверхностей статоров и эксцентриситета оси вращения эксцентрикового вала и оси вращения ротора - либо одного из этих размеров, либо их сочетания. 2 з.п. ф-лы, 9 ил.

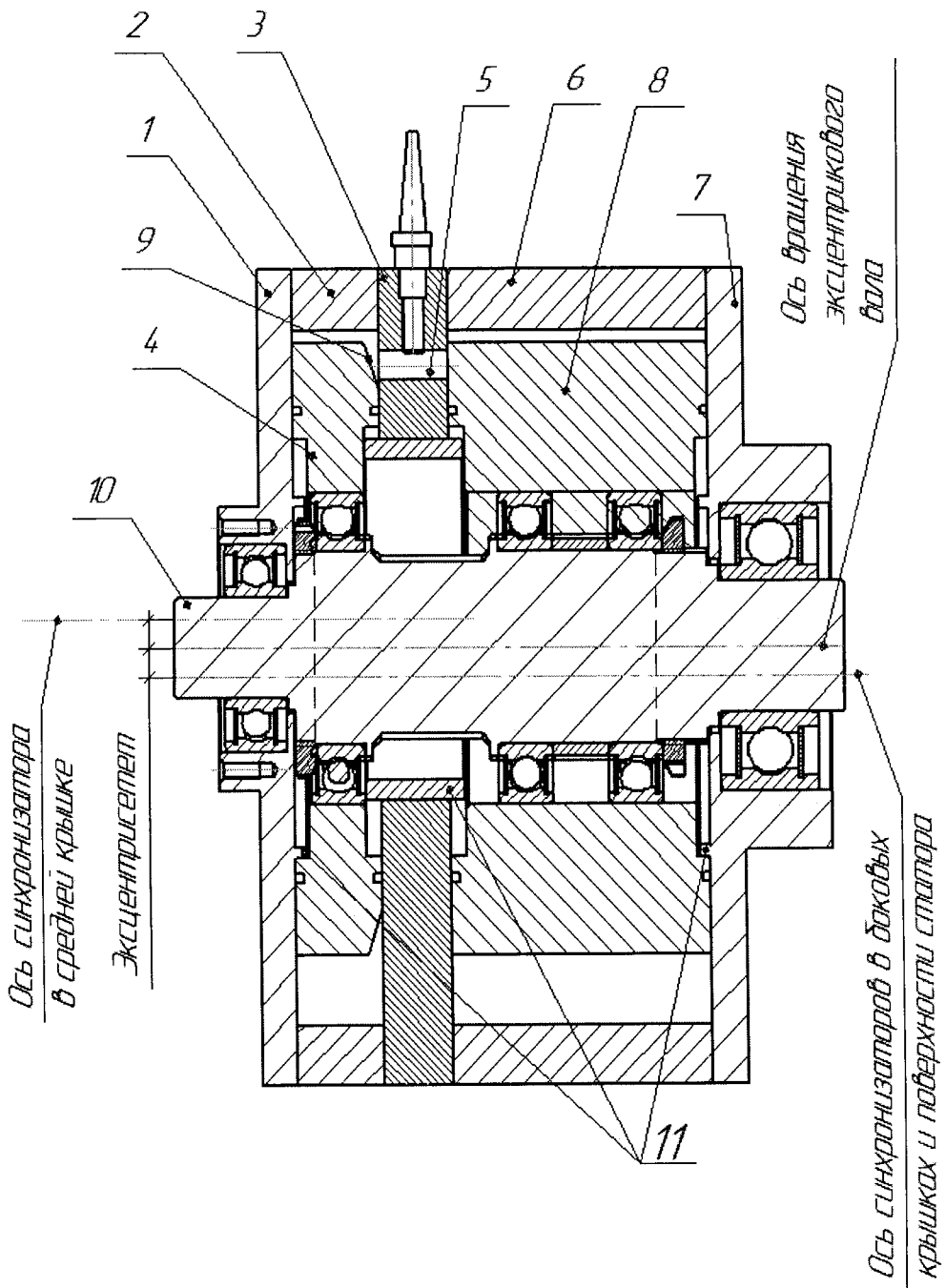


Схема работы  
Продольный разрез

ФИГ.1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*F02B 53/08* (2006.01)  
*F01C 1/22* (2006.01)  
*F01C 11/00* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*F02B 53/08 (2018.08); F01C 1/22 (2018.08); F01C 11/004 (2018.08)*

(21)(22) Application: **2018105063, 09.02.2018**

(24) Effective date for property rights:  
**09.02.2018**

Registration date:  
**03.07.2019**

Priority:  
(22) Date of filing: **09.02.2018**

(45) Date of publication: **03.07.2019** Bull. № 19

Mail address:  
**445027, Samarskaya obl., g. Tolyatti, b-r  
Budennogo, 11, kv. 29, Yanovskomu Aleksandru  
Vladimirovichu**

(72) Inventor(s):  
**Yanovskij Aleksandr Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):  
**Yanovskij Aleksandr Vladimirovich (RU)**

(54) **INTERNAL COMBUSTION ROTOR ENGINE WITH ASYMMETRIC COMPRESSION AND EXPANSION**

(57) Abstract:

FIELD: machine building.

SUBSTANCE: invention relates to the field of rotary internal combustion engines. Essence of the invention consists in the fact that the working fluid (air or fuel-air mixture) absorption and compression takes place in the compressor section, air-fuel mixture ignition and combustion is in located in the middle engine cover combustion chamber, the working gas expansion and subsequent pushing out is in the turbine section. In the radial direction, the compression and expansion chambers are limited by the compressor and turbine sections stators cylindrical surface, each with its own stator. Compression and expansion chambers volumes changing is provided by rotating around two centres (the eccentric shaft centre of rotation and the rotor on the eccentric shaft centre of rotation) rotors with the

main and rotor bearings necks eccentricity. In the axial direction, the compression and expansion chambers are limited by the stator covers (front, middle, rear), in which the eccentric shaft main supports and the rotors rotation synchronizers bearings are located. Working fluid compression degree and the working gas expansion degree are determined by their own section (compressor, turbine) geometrical parameters. Expansion ratio to the compression ratio relationship in range of 2÷10 is achieved by the stators width, the stators working surfaces diameter and the eccentric shaft axis of rotation eccentricity and the rotor axis of rotation changing, either one of these dimensions, or combination thereof.

EFFECT: technical result consists in increase in the engine efficiency.

3 cl, 9 dwg

RU 2 693 550 C1

RU 2 693 550 C1

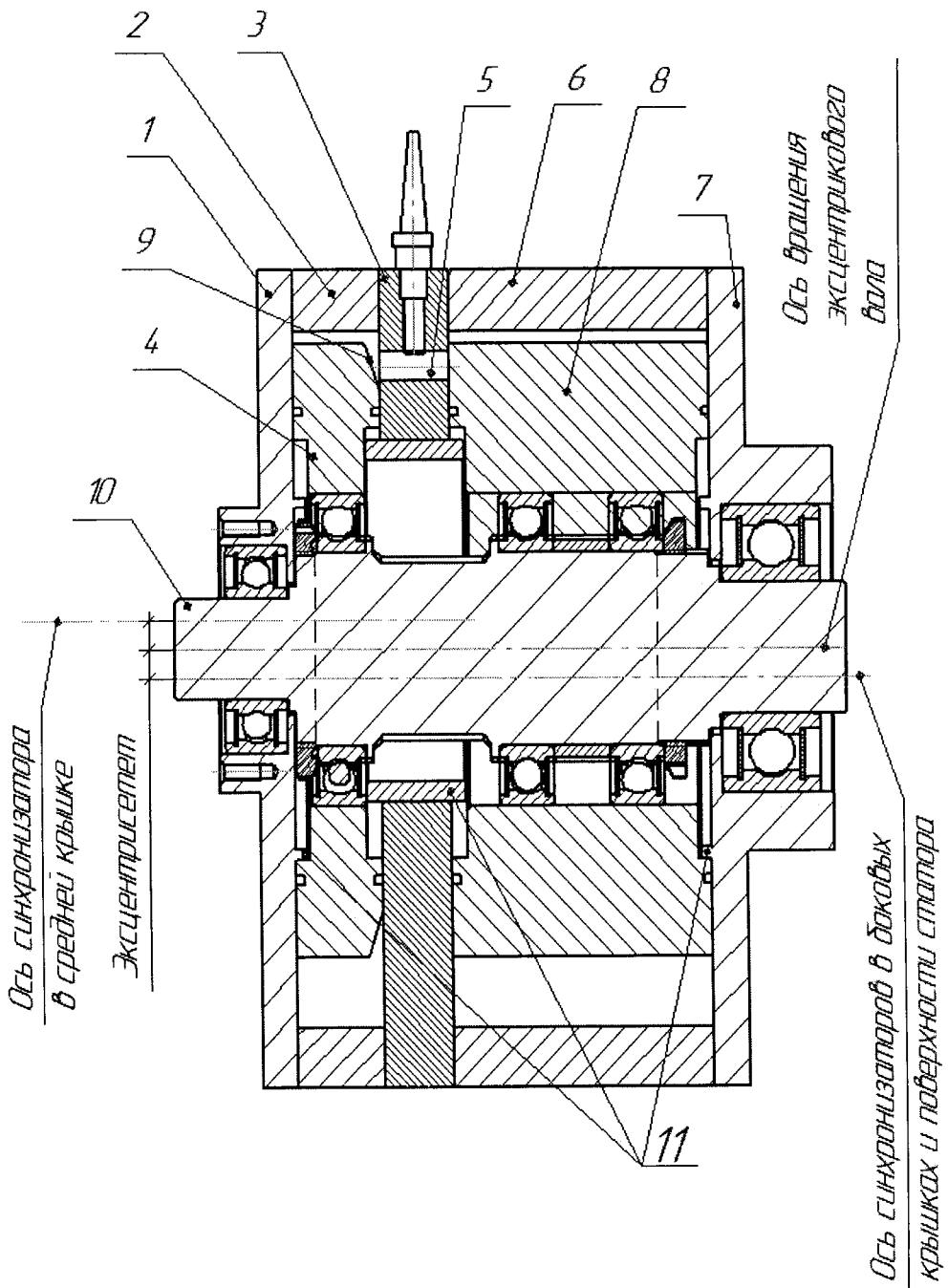


Схема работы  
Продольный разрез

ФИГ.1

Изобретение относится к области двигателей внутреннего сгорания с объемным сжатием - расширением рабочего тела, а именно, к роторным двигателям внутреннего сгорания с продолженным расширением.

5 Применительно к данной заявке принимаются следующие общепринятые определения:

Рабочее тело - воздух, либо топливовоздушная смесь, впускенные в двигатель на такте впуска для дальнейшего сжатия.

Рабочий газ - газ, образовавшийся в результате сгорания топлива в воздушной среде, впускенной в двигатель на такте впуска.

10 Степень сжатия - отношение максимального объема камеры всасывания (объема воздуха, доступного для сжатия) к минимальному объему камеры сжатия (включает как объем собственно камеры сгорания, так и «паразитный» объем воздуха, недоступный для участия в горении).

15 Степень расширения - отношение максимального объема камеры расширения к минимальному объему камеры расширения (включает и объем камеры сгорания).

«Паразитный» объем воздуха - часть объема воздуха минимальной камеры сжатия, которая не попадает в камеру сгорания и в дальнейшем рабочем процессе двигателя не участвует (энергия, затраченная на сжатие этой части воздуха, потеряна).

20 Все известные реализованные двигатели внутреннего сгорания с объемным сжатием - расширением (не газотурбинные) имеют конструктивное ограничение - степень расширения рабочих газов равна степени сжатия топливовоздушной смеси. Так как увеличение степени сжатия ограничено условиями сгорания (детонация, высокое давление), то ограничена и степень расширения (для бензиновых двигателей -  $9 \div 12$ , для дизельных двигателей -  $16 \div 22$ ). В результате, часть энергии рабочих газов не  
25 используется (до 30%).

Попытки доиспользовать энергию отработанных газов при помощи дополнительных расширительных устройств (детандерные двигатели) приводят к значительному увеличению веса и габаритов силовой установки, а большая часть дополученной энергии тратится на механические потери дополнительных устройств.

30 Известен роторный двигатель внутреннего сгорания, содержащий корпус с эпитрохоидальной поверхностью, в котором вмонтирована форсунка для впрыска топлива и имеются близко расположенные друг к другу впускное и продувочно-заполнительные окна, в корпусе размещается ротор, совершающий планетарное движение, характеризующийся тем, что на торцевых крышках по разные стороны от  
35 горизонтальной оси корпуса на расстоянии величины эксцентриситета от центра эксцентрикового вала выполнены цилиндрические выемки с центрами на пересечении прямых, проведенных через центр эксцентрикового вала под углами  $45^\circ$  к горизонтальной оси корпуса, и прямых, проведенных из точки, эксцентричной центру корпуса, под углами  $22,5^\circ$  к вертикальной оси, проходящей через эту точку, в  
40 цилиндрические выемки установлены на подшипниках синхронизирующие втулки с параллельными боковыми срезами на концах, заходящими в торцевые пазы ротора и контактирующие по площадкам с их боковыми параллельными стенками, направление которых совпадает с направлением продольных осей торцевых синхронизирующих пазов ротора, проходящими через центр ротора под углами  $22,5^\circ$  к продольной оси ротора по одной на каждом торце ротора и боковые параллельные стенки  
45 синхронизирующих пазов ротора соединены между собой дугами, выполненными по радиусам, соответствующим радиусу внешней окружности цилиндрической поверхности синхронизирующих втулок и обеспечивающих относительно последних перемещение

синхронизирующих пазов ротора при выполнении диаметра эксцентрикового вала большого размера (патент РФ №2158834, приоритет от 10.03.1999, опубл. 10.11.2000).

Недостатки решения по этому патенту:

5 - двигатель данного патента работает по двухтактной схеме со всеми ее недостатками: так как впуск воздуха и выпуск отработанных газов происходят в один временной промежуток - трудно очистить камеру всасывания от отработанных газов и не потерять всасываемый воздух;

- степень сжатия равна степени расширения и до 30% энергии рабочего газа для совершения полезной работы не используется.

10 - жесткость синхронизации вращений эксцентрикового вал и ротора в точках неопределенности каждого из синхронизирующих механизмов, расположенных в передней и задней частях ротора и смещенных относительно друг друга на 45° по ротору и 90° по крышкам (предложено в патенте) в двое ниже, чем если бы такое смещение составляло 90° по ротору и 180° по крышкам.

15 Известен роторный двигатель внутреннего сгорания, в котором всасывание и сжатие рабочего тела происходит в компрессорной секции двигателя, воспламенение и горение топливовоздушной смеси происходит в камере сгорания, расположенной в средней крышке двигателя, расширение рабочего газа и последующее выталкивание происходит в турбинной секции двигателя, своевременное открытие и закрытие впуска, выпуска и 20 камеры сгорания осуществляют роторы компрессорной и турбинной секций, изменение объемов камер сжатия и расширения обеспечивают роторы, в осевом направлении камеры сжатия и расширения ограничены крышками статора (передняя, средняя, задняя) в которых расположены подшипники коренных опор эксцентрикового вала (патент DE 102004023370 A1, опубл., 21.10.2004).

25 Недостатки решения по этому патенту:

- предложенная конструктивная схема сжатия/расширения газа не имеет надежной герметизации камер - только малый зазор между статором и ротором препятствует перетеканию газа из камеры сжатия в камеру впуска, или, аналогично - из камеры 30 расширения в камеру выпуска, а такая герметизация работает только на очень больших скоростях (но клапан предусмотренный в камере сгорания может работать только на очень малых скоростях);

- предложенная система каналов, обеспечивающих своевременное соединение камеры сгорания с камерой сжатия и камерой расширения, имеют большой «паразитный» объем и не препятствует обратному забросу горящих газов в камеру сжатия (для 35 предотвращения такого заброса предусмотрен специальный дополнительный клапан);

- несмотря на компактную камеру сгорания, находящуюся в средней крышке статора специальный клапан предотвращающий заброс горящих газов в камеру сжатия не имеет принудительного привода, а значит - будет работать только на малых скоростях (это противоречит условиям работоспособности газовых уплотнений).

40 Известен роторный двигатель, содержащий пары рабочих камер, замкнутые переменные объемы в которых образованы статорами и двухвершинными закругленными роторами, движущимися в неподвижных стенках и жестко связанными с подвижной шестерней внутреннего зацепления, обкатывающей внутреннюю 45 неподвижную шестерню вдвое меньшего диаметра, характеризующийся тем, что статор в сечении имеет форму окружности радиуса R с центром на начальной окружности внутренней шестерни, каждая пара камер состоит из камеры "впуск-сжатие", камеры "рабочий ход-выпуск" и механизма передачи сжатого заряда из первой камеры во вторую, выполненного в виде отверстия в межкамерной стенке, канавок в стенках

роторов, примыкающих к неподвижной стенке и соединяющихся с отверстием в ней при малом переменном объеме рабочих камер, и отверстий в средних частях роторов, соединяющих переменные объемы рабочих камер с канавками, закругленная вершина ротора выполнена подвижной и имеет в сечении вид поворотного уплотняющего башмака с рабочей поверхностью в виде круговой дуги радиуса  $R$ , герметично поворачивающегося вокруг оси и упруго прижимающегося к стенке статора, места выпуска свежего заряда в первой камере и выпуска сгоревшего заряда в другой расположены в местах касания соответствующих роторов со статорами, при тех положениях роторов, которые образуют минимальные объемы рабочих камер, подвижная шестерня эксцентрично размещена с возможностью поворота в концевых втулках, ось вращения которых совпадает с осью внутренней неподвижной шестерни, причем одна из втулок жестко связана с шестерней, передающей вращение на вал отбора мощности, а неподвижная шестерня на концах переходит в цилиндрические участки вала, на одной подвижной шестерне размещается несколько пар камер, статоры которых повернуты относительно друг друга на некоторый угол, внутренняя полость между шестернями использована для объема жидкости, охлаждающей двигатель, ротор камеры "рабочий ход - выпуск" имеет в средней части углубления с двух сторон для обеспечения заданной степени сжатия заряда (патент РФ №2242624, приоритет от 15.12.2002, опубл. 20.12.2004). Данное решение принимаем за прототип.

20 Недостатки прототипа:

- объемы каналов в роторах и межкамерной стенке, обеспечивающие перетекание воздушного заряда настолько велики, что необходимую для эффективного горения степень сжатия можно получить только при очень больших рабочих объемах секции, что характерно для стационарных (не транспортных) силовых установок; к тому же объем каналов перетекания воздушного заряда является паразитным объемом воздуха, на сжатие которого потрачена энергия, не участвующая в дальнейшем рабочем процессе двигателя, что приводит к снижению КПД двигателя;

- синхронизация вращения эксцентрикового вала и ротора в соотношении 2:1 предложенным планетарным шестеренным механизмом делает невозможным наличие опоры эксцентрикового вала со стороны шестерен, а консольное исполнение коренных опор эксцентрикового вала приводит к пониженной жесткости конструкции и перегрузу подшипников коренных опор эксцентрикового вала;

- горение топливовоздушной смеси происходит в камере имеющей длинные узкие щели (надроторное пространство), что приводит к неполному сгоранию из-за повышенного теплоотвода в стенки.

Технический результат заявляемого изобретения заключается в том, что благодаря компактной камере сгорания (цилиндрическая без длинных узких щелей), сохраняя оптимальную для горения топливовоздушной смеси степень сжатия и увеличивая степень расширения (продолженное расширение), получается:

- существенное, при одинаковом расходе топлива, увеличение снимаемой с двигателя индикаторной работы (благодаря дорасширению);

- существенное улучшение полноты сгорания топлива (благодаря компактной камере сгорания);

- существенное снижение шума выпуска отработанных газов (благодаря уменьшению давления в камере расширения в момент открытия выпускного канала).

Технический результат достигается решением технической задачи по созданию роторного двигателя внутреннего сгорания, характеризующегося тем, что всасывание и сжатие рабочего тела происходит в компрессорной секции двигателя, воспламенение

и горение топливовоздушной смеси происходит в камере сгорания, расположенной в средней крышке двигателя между компрессорной и турбинной секциями, расширение рабочего газа и последующее выталкивание происходит в турбинной секции двигателя, в радиальном направлении камеры сжатия и расширения ограничены цилиндрической 5 поверхностью статоров компрессорной и турбинной секций - каждая своим статором, изменение объемов камер сжатия и расширения обеспечивают роторы, вращающиеся вокруг центра вращения эксцентрикового вала и центра вращения ротора на эксцентриковом валу с эксцентриситетом шеек коренных и роторных подшипников, в осевом направлении камеры сжатия и расширения ограничены передней, средней и 10 задней крышками статора, в которых расположены подшипники коренных опор эксцентрикового вала и синхронизаторы вращения роторов, при этом отношение степени расширения к степени сжатия в диапазоне  $2 \div 10$  достигается за счет изменения ширины статоров, диаметра рабочих поверхностей статоров и эксцентриситета оси вращения эксцентрикового вала и оси вращения ротора - либо одного из этих размером, 15 либо их сочетания, своевременное открытие и закрытие впуска, выпуска и камеры сгорания осуществляют роторы компрессорной и турбинной секций, при этом, для своевременного открытия и закрытия камеры сгорания на гранях роторов выполнены фаски, образующие канал соединяющий полости над ротором и сбоку от ротора, кромки начала и конца фаски определяют моменты соединения камеры сгорания с полостями 20 компрессорной и турбинной секций таким образом, что, в компрессорной секции, закрывают камеру сгорания в момент « $-20^\circ$ »÷« $+20^\circ$ » поворота эксцентрикового вала относительно верхней мертвой точки, в турбинной секции открывают камеру сгорания в момент « $-20^\circ$ »÷« $+20^\circ$ » поворота эксцентрикового вала относительно верхней мертвой точки, оси вращения эксцентриков роторов имеют угловое смещение одна относительно 25 другой на « $0^\circ$ »÷« $+20^\circ$ » при этом эксцентрик компрессорного ротора опережает эксцентрик турбинного ротора в направлении вращения эксцентрикового вала, скорость вращения эксцентрикового вала в 2 раза больше скорости вращения ротора, синхронизация вращений эксцентрикового вала и каждого из роторов осуществляется двумя кулисными механизмами, каждый механизм состоит из синхронизатора в виде 30 цилиндрического выступа в крышке статора и кулисы в виде прорези в роторе, при этом каждый из синхронизаторов расположен со своей стороны ротора и имеет смещение в угловом направлении, относительно другого, по ротору на  $90^\circ$ , по крышкам статора на  $180^\circ$ , ось цилиндрической поверхности статора и ось синхронизатора расположены на расстоянии эксцентриситета шеек коренных и роторных подшипников, на одной 35 линии и по разные стороны от оси вращения эксцентрикового вала, при этом рабочий процесс воспламенения-горения может осуществляться как по циклу «Отто», так и по циклу «Дизеля».

Заявляемое изобретение относится к роторным двигателям внутреннего сгорания с продолженным расширением.

40 Степень сжатия рабочего тела (воздуха или топливовоздушной смеси) выбирается из условий оптимизации воспламенения и горения топливовоздушной смеси, а степень расширения рабочего газа выбирается из условий оптимизации использования потенциальной энергии рабочего газа.

Преимущества вышеописанной конструкции согласно настоящего изобретения по 45 сравнению с прототипом заключаются в следующем:

- расположение камеры сгорания в средней, между роторами, крышке, по сравнению с камерой сгорания в полости ротора, существенно снижает «паразитные» объемы, которые состоят только из объема в фаске одного ротора вместо объемов в каналах



двух роторов и объема в канале средней крышки; существенно уменьшает минимальный объем камеры сжатия, так как из объема исключаются перепускные каналы, канал в средней крышке и надроторное пространство турбинной секции; цилиндрическая камера сгорания в средней крышке не имеет специфичных для надроторного пространства щелей, в которых горение затруднено из-за повышенного теплоотвода в стенки;

- синхронизация вращения роторов и эксцентрикового вала кулисным механизмом, взамен шестеренного механизма, за счет уменьшения количества звеньев и разделения функций синхронизации и силовой передачи, существенно увеличивает жесткость механизма и его работоспособность, так как мощность отбирается с эксцентрикового вала, а кулисный механизм берет на себя только усилия синхронизации, а эксцентриковый вал имеет две коренные опоры расположенные по обе стороны от роторов.

Кроме того, роторный двигатель внутреннего сгорания характеризуется тем, что при сохранении для обоих роторов единого эксцентриситета оси вращения эксцентрикового вала и оси вращения ротора, синхронизатор запрессован в среднюю крышку статора и синхронизирует сразу оба ротора.

Кроме того, роторный двигатель внутреннего сгорания характеризуется тем, что при сохранении для обоих роторов единого эксцентриситета оси вращения эксцентрикового вала и оси вращения ротора, роторы собраны на средней крышке статора, как единое целое, а два синхронизатора находятся в передней и задней крышках.

Изобретение поясняется чертежами, которые не охватывают и, тем более не ограничивают весь объем притязаний данного технического решения, а являются лишь иллюстрирующими материалами частного случая выполнения:

Фиг. 1 - Роторный двигатель внутреннего сгорания, схема работы. Продольный разрез.

Фиг. 2 - Роторный двигатель внутреннего сгорания, схема работы. Компрессорная часть: эксцентриковый вал - поворот  $0^\circ$ ; ротор - поворот  $0^\circ$ .

Фиг. 3 - Роторный двигатель внутреннего сгорания, схема работы. Компрессорная часть: эксцентриковый вал - поворот  $90^\circ$ ; ротор - поворот  $45^\circ$ .

Фиг. 4 - Роторный двигатель внутреннего сгорания, схема работы. Компрессорная часть: эксцентриковый вал - поворот  $180^\circ$ ; ротор - поворот  $90^\circ$ .

Фиг. 5 - Роторный двигатель внутреннего сгорания, схема работы. Компрессорная часть: эксцентриковый вал - поворот  $270^\circ$ ; ротор - поворот  $135^\circ$ .

Фиг. 6 - Роторный двигатель внутреннего сгорания, схема работы. Турбинная часть: эксцентриковый вал - поворот  $0^\circ$ ; ротор - поворот  $0^\circ$ .

Фиг. 7 - Роторный двигатель внутреннего сгорания, схема работы. Турбинная часть: эксцентриковый вал - поворот  $90^\circ$ ; ротор - поворот  $45^\circ$ .

Фиг. 8 - Роторный двигатель внутреннего сгорания, схема работы. Турбинная часть: эксцентриковый вал - поворот  $180^\circ$ ; ротор - поворот  $90^\circ$ .

Фиг. 9 - Роторный двигатель внутреннего сгорания, схема работы. Турбинная часть: эксцентриковый вал - поворот  $270^\circ$ ; ротор - поворот  $135^\circ$ .

Основные узлы заявляемого роторного двигателя внутреннего сгорания представлены на фиг. 1. Двигатель состоит из компрессорной и турбинной секций, между которыми расположена средняя часть двигателя. Компрессорная секция включает крышку переднюю 1, статор компрессора 2, крышку среднюю 3 статора, ротор компрессора 4. В средней части находится камера сгорания 5. Турбинная секция включает крышку статора среднюю 3, статор турбины 6, крышку статора заднюю 7, ротор турбины 8. Своевременное открытие и закрытие впуска, выпуска и камеры сгорания осуществляют

роторы компрессорной 4 и турбинной 8 секций, при этом для своевременного открытия и закрытия камеры сгорания на гранях роторов выполнены фаски 9, образующие канал соединяющий полости над ротором и сбоку от ротора, кромки начала и конца фаски определяют моменты соединения камеры сгорания с полостями компрессорной и турбинной секций. Изменение объема камер сжатия и расширения обеспечивают роторы, вращающиеся вокруг двух центров: центра вращения эксцентрикового вала 10 и центра вращения ротора на эксцентриковом вале, что обеспечивается эксцентриситетом осей шеек коренных и роторных подшипников. Скорость вращения эксцентрикового вала 10 в 2 раза больше скорости вращения роторов 4, 8, синхронизация вращений эксцентрикового вала и каждого из роторов осуществляется двумя кулисными механизмами, каждый механизм состоит из синхронизатора 11 в виде цилиндрического выступа в крышке статора и кулисы в виде прорези в роторе, при этом каждый из синхронизаторов расположен со своей стороны ротора и имеет смещение в угловом направлении, относительно другого, по ротору на  $90^\circ$ , по крышкам статора на  $180^\circ$ . В радиальном направлении камеры сжатия и расширения ограничены соответственно цилиндрической поверхностью статора компрессора 2 и статора турбины 6. Ось цилиндрической поверхности статора и ось синхронизатора расположены на расстоянии эксцентриситета осей шеек коренных и роторных подшипников эксцентрикового вала от оси шеек коренных подшипников эксцентрикового вала, на одной линии и по разные стороны от оси вращения эксцентрикового вала, радиальная поверхность ротора - эквидистантна поверхности статора, когда ротор находится в верхней мертвой точке. В осевом направлении камеры сжатия и расширения ограничены крышками статора: передняя 1, средняя 3, задняя 7, в которых расположены подшипники коренных опор эксцентрикового вала и синхронизаторы вращения роторов, при этом степень сжатия рабочего тела и степень расширения рабочего тела определяются геометрическими параметрами своей секции - компрессорной, турбинной. Изменения объема камер 12-27 обеспечивают газодинамические циклы (впуск, сжатие, горение, расширение, выпуск) работы двигателя.

Ниже приводятся газодинамические циклы работы двигателя и их синхронизация. При этом длительность циклов - теоретическая; реальная - зависит от соотношения геометрических размеров конструктивных элементов.

- «Впуск» топливовоздушной смеси:
  - длительность цикла -  $180^\circ$  поворота ротора или  $360^\circ$  поворота вала - последовательно камеры 12 (фиг. 2), 13 (фиг. 3), 14 (фиг. 4), 15 (фиг. 5), 16 (фиг. 2);
  - радиальный впускной канал в статоре компрессорной секции; открывается и закрывается лопатками радиального уплотнения;
  - отсечка от камеры сгорания - золотниковым механизмом ротора компрессорной секции.
- «Сжатие топливовоздушной смеси» (без участия камеры сгорания)
  - длительность цикла -  $90^\circ$  поворота ротора или  $180^\circ$  поворота вала - последовательно камеры 16 (фиг. 2), 17 (фиг. 3), 18 (фиг. 4);
  - техническая герметичность камеры сжатия обеспечивается радиальными и торцовыми уплотнениями.
- «Сжатие топливовоздушной смеси в камере сгорания»
  - длительность цикла -  $90^\circ$  поворота ротора  $180^\circ$  поворота вала - последовательно камеры 18 (фиг. 4), 19 (фиг. 5), 12 (фиг. 2);
  - перепуск топливовоздушной смеси в камеру сгорания происходит через щель золотникового механизма - фаска 9 (фиг. 1) на грани ротора компрессорной секции;

- обратному забросу остаточных газов из камеры сгорания в камеру сжатия препятствует то, что к моменту их соединения топливовоздушная смесь предварительно сжата до давления примерно равного остаточному давлению в камере сгорания;

- отсечка камеры сгорания от камеры сжатия, в момент ее перехода в цикл «Впуска»

5 - камера 12 (фиг. 2), производится золотниковым механизмом ротора компрессорной секции - заканчивается фаска на грани ротора.

• «Воспламенение топливовоздушной смеси» производится электрической искровой свечой зажигания в момент, когда камера сгорания отсечена от компрессорной секции

10 - производится торцевой поверхностью компрессорного ротора 2 (фиг. 2), от турбинной секции - торцевой поверхностью турбинного ротора 20 (фиг. 6).

• Время на задержку воспламенения и на нарастание давления в момент начала воспламенения обеспечивает угловое опережение эксцентриситета компрессорного эксцентрика, по отношению к турбинному эксцентрику («0°»÷«+20°»).

• «Расширение рабочего газа в камере сгорания»

15 - длительность цикла - 90° поворота ротора - или - 180° поворота вала

-последовательно камеры 20 (фиг. 6), 21 (фиг. 7), 22 (фиг. 8);

- перепуск рабочих газов из камеры сгорания в камеру расширения происходит через щель золотникового механизма (фаска на грани ротора турбинной секции);

20 - отсечка камеры сгорания от камеры расширения, в момент ее перехода в цикл «Окончательного расширения» - камера 22 (фиг. 8), производится золотниковым механизмом ротора турбинной секции - заканчивается фаска на грани ротора.

• «Окончательное расширение» (без участия камеры сгорания):

- длительность цикла - 90° поворота ротора или - 180° поворота вала - камеры 22 (фиг. 8), 23 (фиг. 9), 24 (фиг. 6);

25 - техническая герметичность камеры расширения обеспечивается радиальными и торцовыми уплотнениями.

• «Выпуск» отработанных газов:

- длительность цикла - 180° поворота ротора или - 360° поворота вала - камеры 24 (фиг. 6), 25 (фиг. 7), 26 (фиг. 8), 27 (фиг. 9), 20 (фиг. 6);

30 - радиальный выпускной канал в статоре турбинной секции; открывается и закрывается лопатками радиального уплотнения;

- отсечка камеры выпуска от камеры сгорания выполняется золотниковым механизмом ротора турбинной секции.

35 Техничко-экономические преимущества настоящего изобретения заключаются в том, что:

- увеличен объем индикаторной работы рабочего цикла, за счет увеличения степени расширения рабочего газа;

40 - увеличена полнота сгорания топлива, за счет компактной цилиндрической камеры сгорания, не имеющей узких щелевых объемов, так как в момент воспламенения камера сгорания отсечена роторами как от компрессорной, так и от турбинной секций, и увеличения времени горения топливовоздушной смеси, так как угловое опережение компрессорной секции относительно турбинной секции создает временной промежуток между верхней мертвой точкой сжатия и верхней мертвой точкой расширения;

45 - снижен шум выпуска отработанных газов благодаря уменьшению давления в камере расширения в момент открытия выпускного канала, так как, благодаря «продолженному» расширению, перепад давления между камерой расширения и системой выпуска отработанных газов становится «докритическим» и устраняются «сверхзвуковые скачки» давления.

- уменьшены ударные нагрузки на механизмы синхронизации, за счет применения двух кулисных механизмов, так как взаимное угловое смещение на  $180^\circ$  по крышке статора дает минимальное несовпадение местоположения и скорости синхронизирующих элементов в момент перекладки усилия с одного синхронизатора на другой.

5

(57) Формула изобретения

1. Роторный двигатель внутреннего сгорания, отличающийся тем, что всасывание и сжатие рабочего тела происходит в компрессорной секции двигателя, воспламенение и горение топливовоздушной смеси происходит в камере сгорания, расположенной в средней крышке двигателя между компрессорной и турбинной секциями, расширение рабочего газа и последующее выталкивание происходит в турбинной секции двигателя, в радиальном направлении камеры сжатия и расширения ограничены цилиндрической поверхностью статоров компрессорной и турбинной секций - каждая своим статором, изменение объемов камер сжатия и расширения обеспечивают роторы, вращающиеся вокруг центра вращения эксцентрикового вала и центра вращения ротора на эксцентриковом валу с эксцентриситетом шеек коренных и роторных подшипников, в осевом направлении камеры сжатия и расширения ограничены передней, средней и задней крышками статора, в которых расположены подшипники коренных опор эксцентрикового вала и синхронизаторы вращения роторов, при этом отношение степени расширения к степени сжатия в диапазоне  $2 \div 10$  достигается за счет изменения ширины статоров, диаметра рабочих поверхностей статоров и эксцентриситета оси вращения эксцентрикового вала и оси вращения ротора - либо одного из этих размеров, либо их сочетания, своевременное открытие и закрытие впуска, выпуска и камеры сгорания осуществляют роторы компрессорной и турбинной секций, при этом для своевременного открытия и закрытия камеры сгорания на гранях роторов выполнены фаски, образующие канал, соединяющий полости над ротором и сбоку от ротора, кромки начала и конца фаски определяют моменты соединения камеры сгорания с полостями компрессорной и турбинной секций таким образом, что, в компрессорной секции, закрывают камеру сгорания в момент « $-20^\circ$ »÷« $+20^\circ$ » поворота эксцентрикового вала относительно верхней мертвой точки, в турбинной секции открывают камеру сгорания в момент « $-20^\circ$ »÷« $+20^\circ$ » поворота эксцентрикового вала относительно верхней мертвой точки, оси вращения эксцентриков роторов имеют угловое смещение одна относительно другой на « $0^\circ$ »÷« $+20^\circ$ », при этом эксцентрик компрессорного ротора опережает эксцентрик турбинного ротора в направлении вращения эксцентрикового вала, скорость вращения эксцентрикового вала в 2 раза больше скорости вращения ротора, синхронизация вращений эксцентрикового вала и каждого из роторов осуществляется двумя кулисными механизмами, каждый механизм состоит из синхронизатора в виде цилиндрического выступа в крышке статора и кулисы в виде прорези в роторе, при этом каждый из синхронизаторов расположен со своей стороны ротора и имеет смещение в угловом направлении, относительно другого, по ротору на  $90^\circ$ , по крышкам статора на  $180^\circ$ , ось цилиндрической поверхности статора и ось синхронизатора расположены на расстоянии эксцентриситета шеек коренных и роторных подшипников, на одной линии и по разные стороны от оси вращения эксцентрикового вала, при этом рабочий процесс воспламенения-горения может осуществляться как по циклу «Отто», так и по циклу «Дизеля».

45

2. Роторный двигатель внутреннего сгорания по п. 1, отличающийся тем, что при сохранении для обоих роторов единого эксцентриситета оси вращения эксцентрикового вала и оси вращения ротора синхронизатор запрессован в среднюю крышку статора

и синхронизирует сразу оба ротора.

3. Роторный двигатель внутреннего сгорания по п. 1, отличающийся тем, что при  
сохранении для обоих роторов единого эксцентриситета оси вращения эксцентрикового  
вала и оси вращения ротора роторы собраны на средней крышке статора как единое  
5 целое, а два синхронизатора находятся в передней и задней крышках.

10

15

20

25

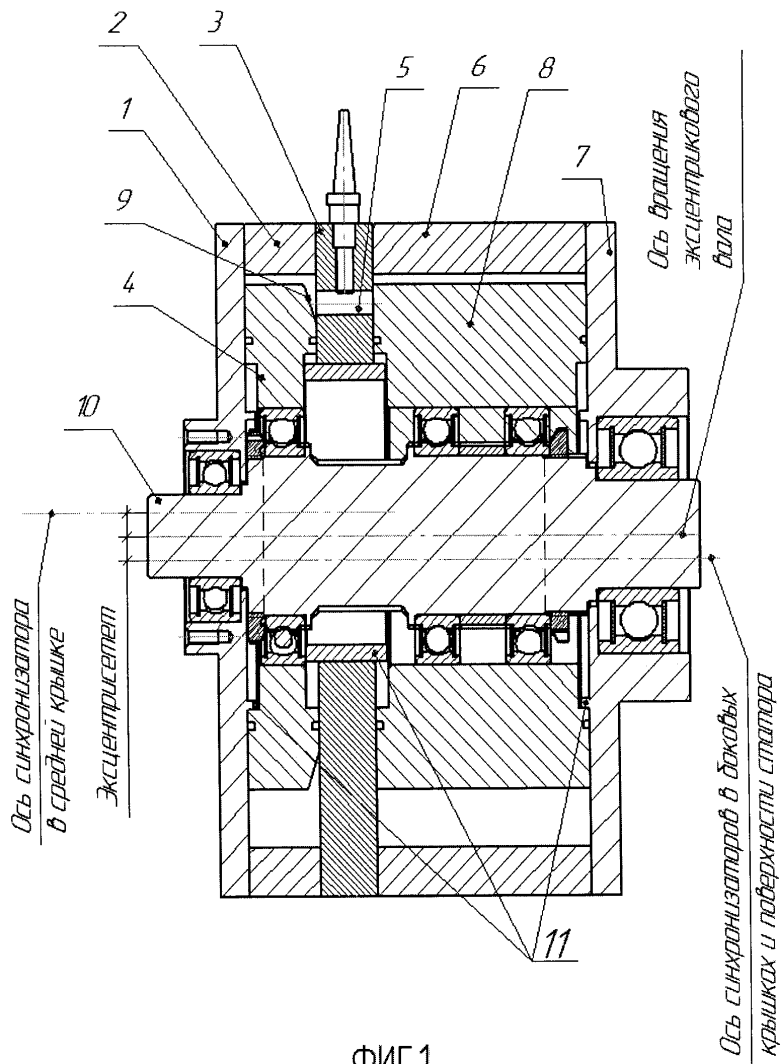
30

35

40

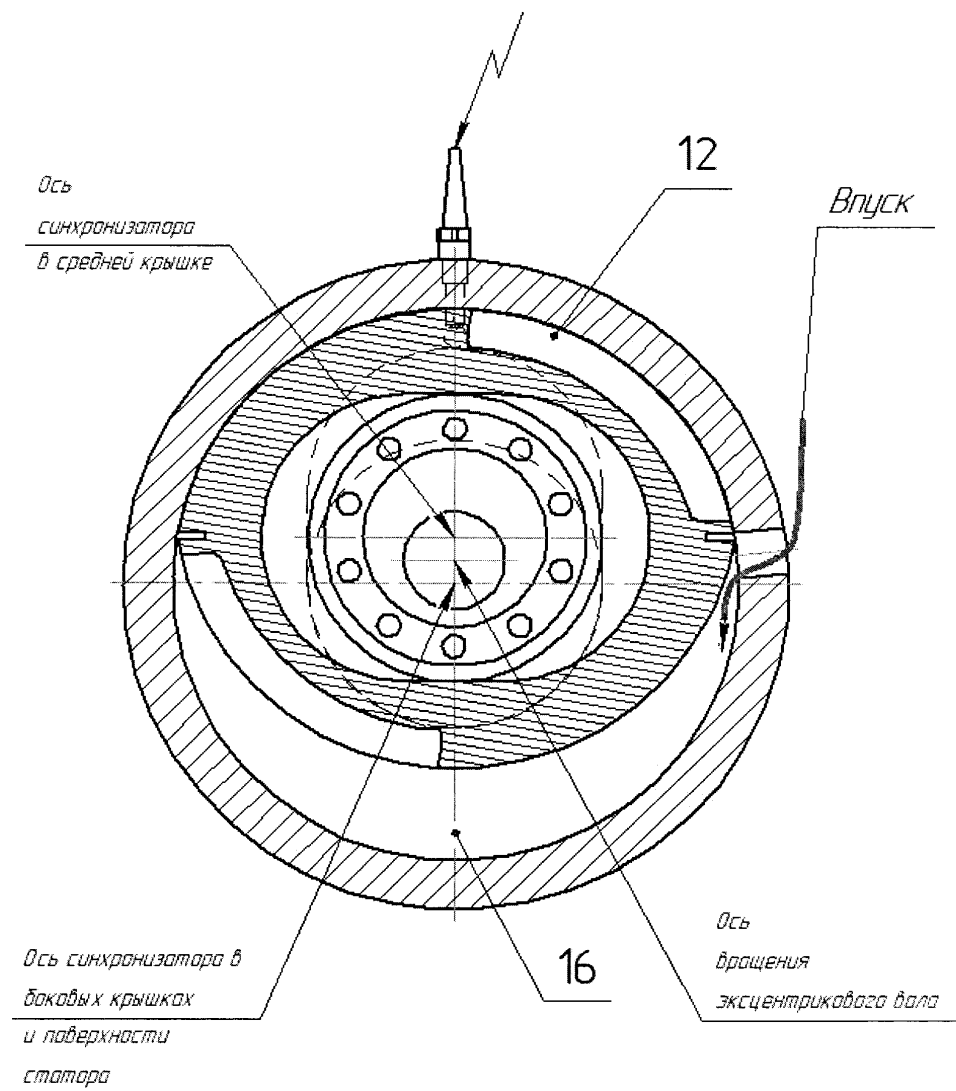
45

Роторный двигатель внутреннего сгорания  
с несимметричным сжатием и расширением  
Схема работы  
Продольный разрез



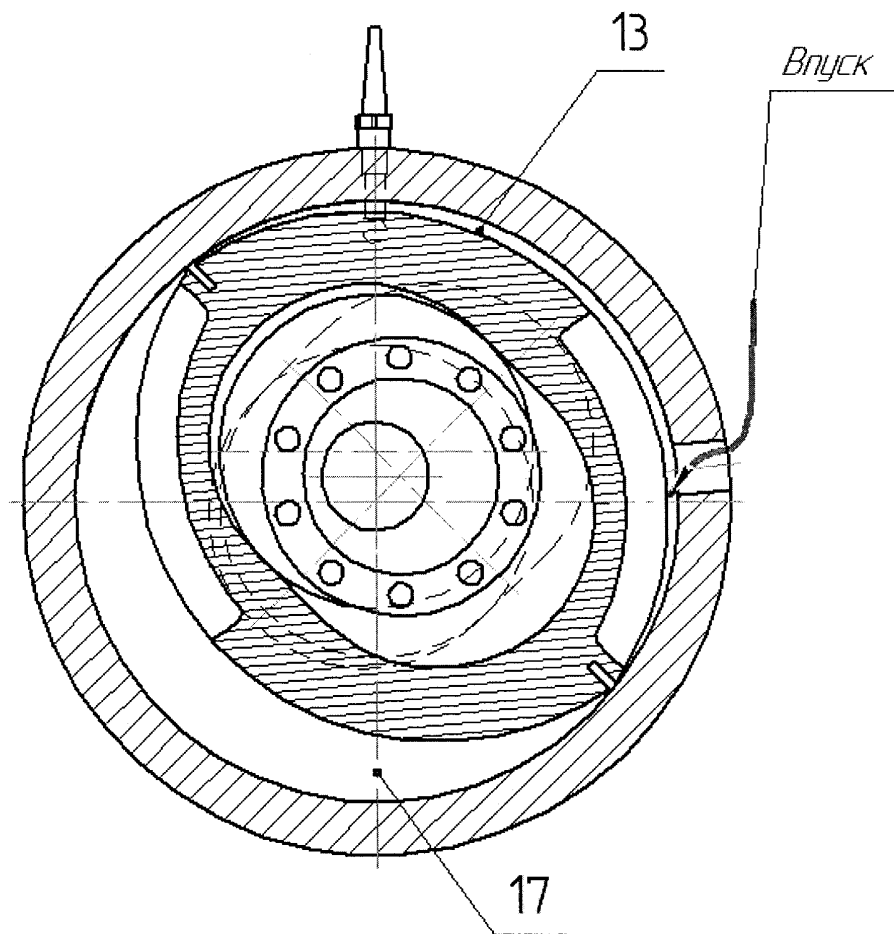
ФИГ.1

Роторный двигатель внутреннего сгорания  
с несимметричным сжатием и расширением  
Схема работы  
Компрессорная секция



ФИГ.2

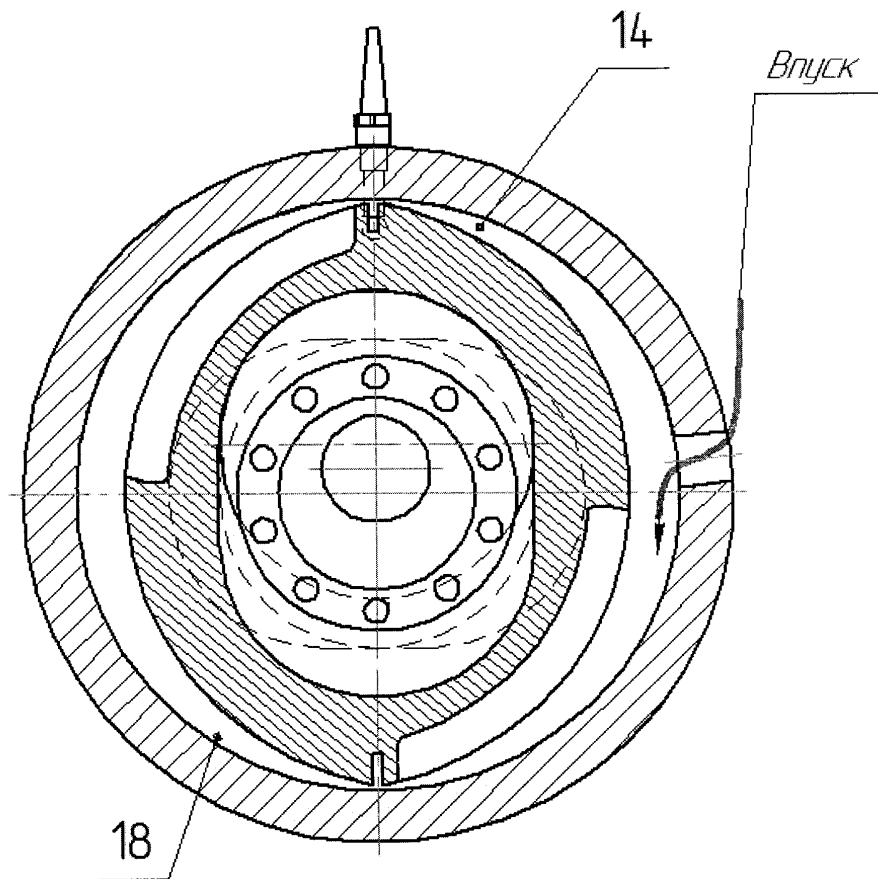
Роторный двигатель внутреннего сгорания  
с несимметричным сжатием и расширением  
Схема работы  
Компрессорная секция



ФИГ.3



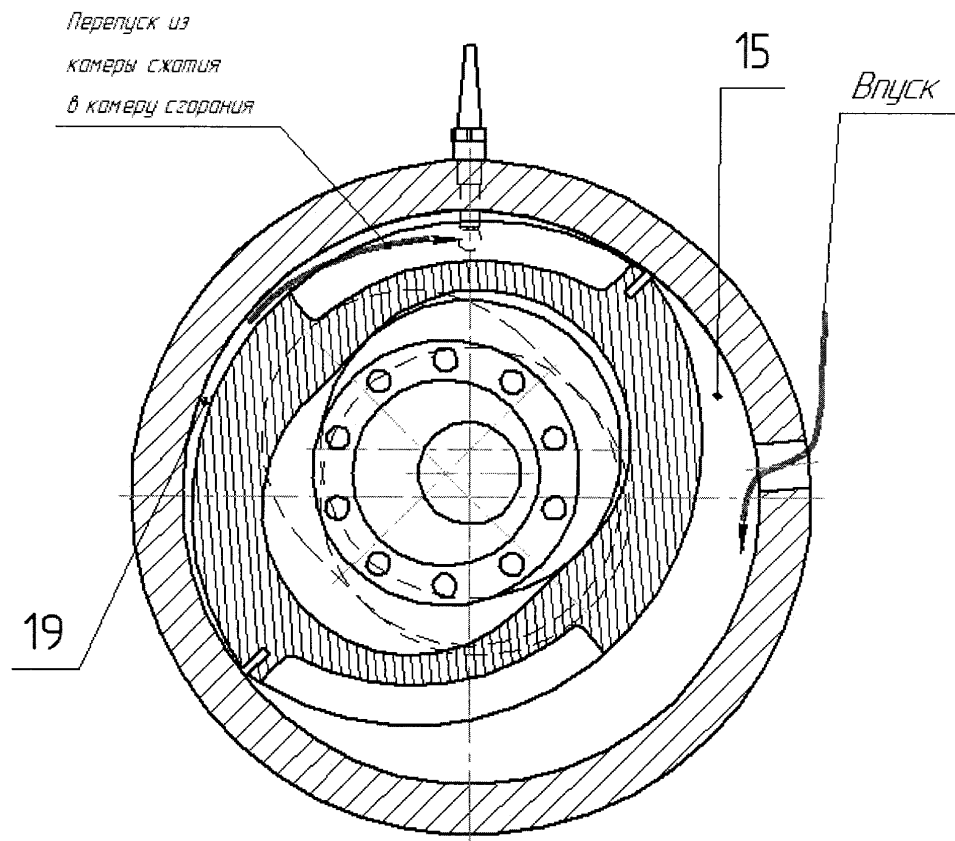
Роторный двигатель внутреннего сгорания  
с несимметричным сжатием и расширением  
Схема работы  
Компрессорная секция



ФИГ. 4

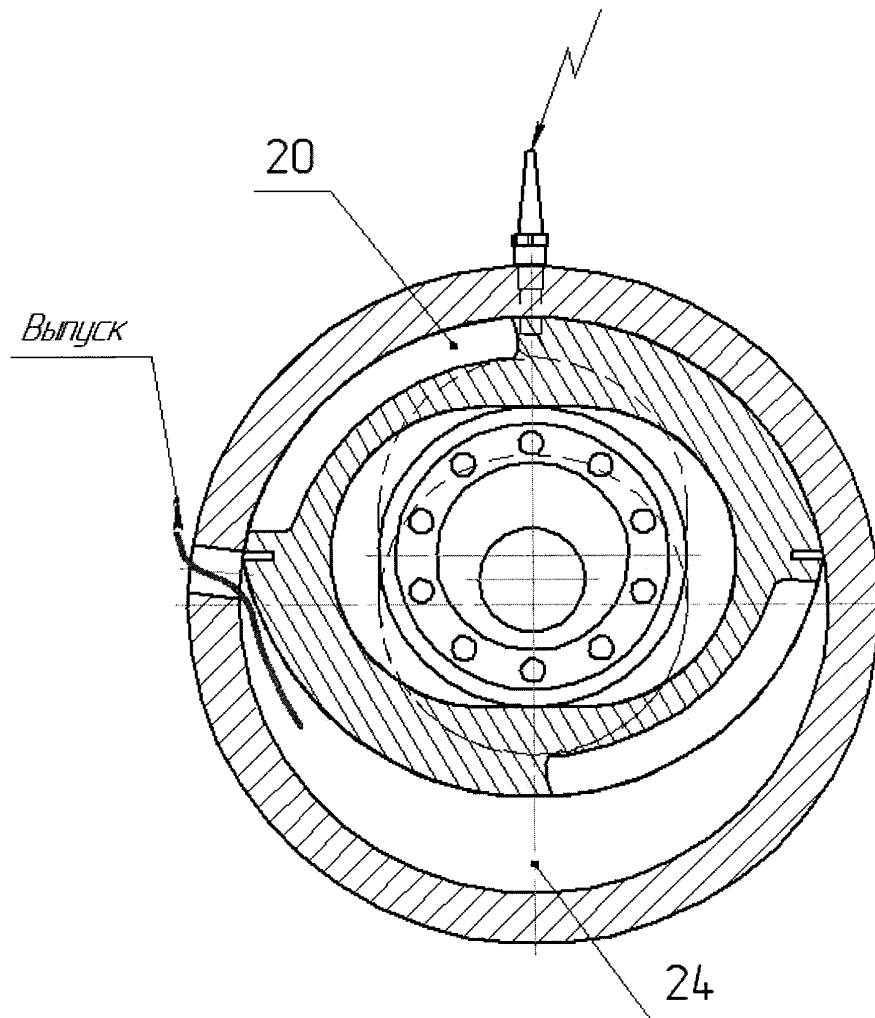
Роторный двигатель внутреннего сгорания  
с несимметричным сжатием и расширением

Схема работы  
Компрессорная секция



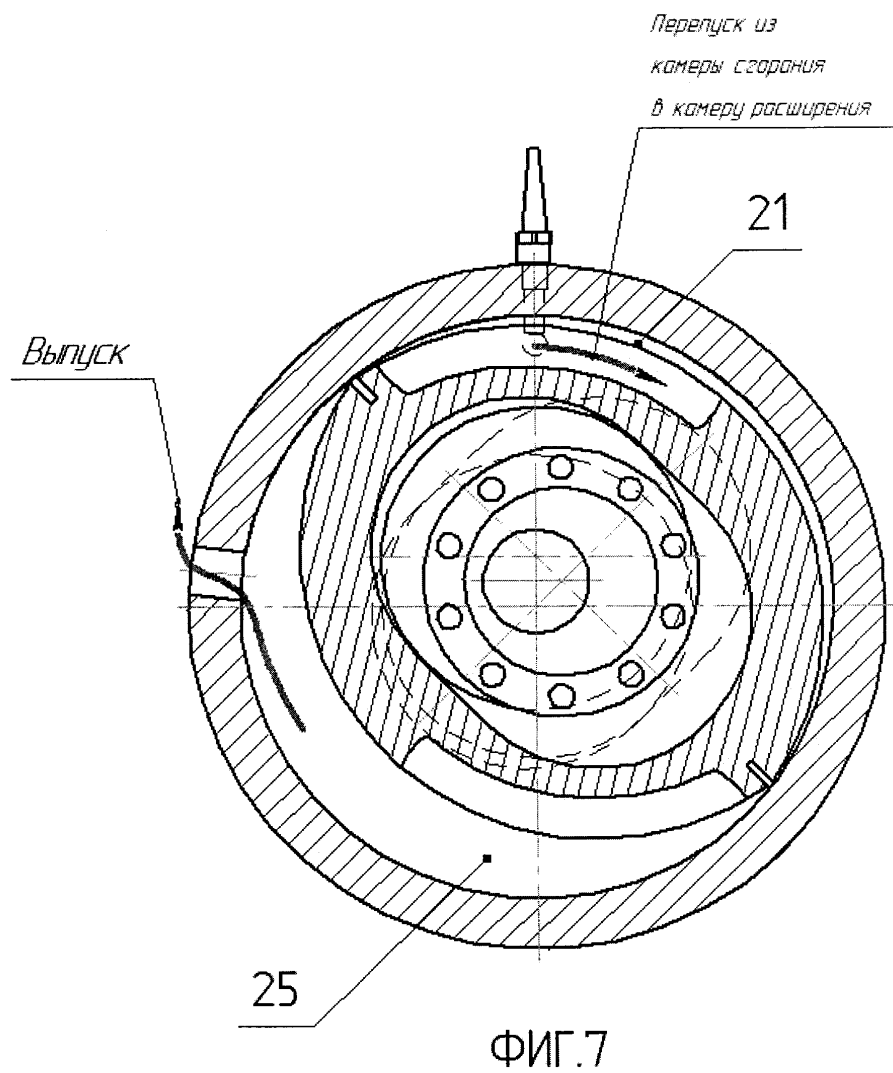
ФИГ.5

Роторный двигатель внутреннего сгорания  
с несимметричным сжатием и расширением  
Схема работы  
Турбинная секция

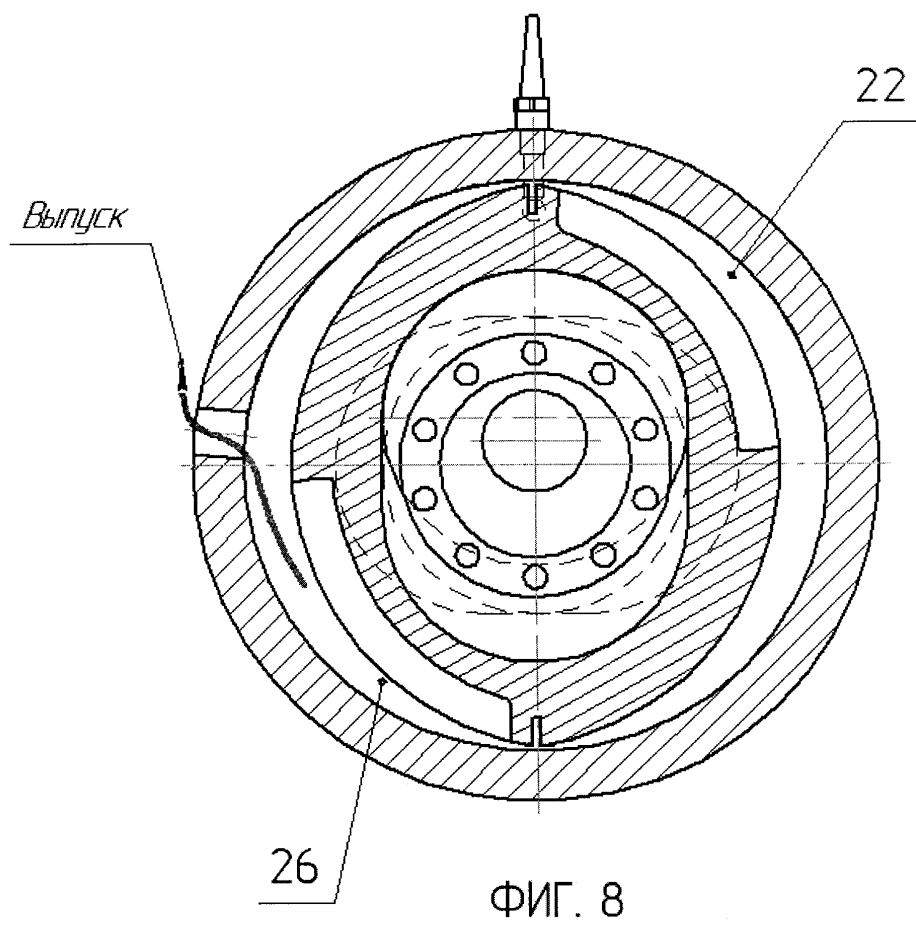


ФИГ.6

Роторный двигатель внутреннего сгорания  
с несимметричным сжатием и расширением  
Схема работы  
Турбинная секция



Роторный двигатель внутреннего сгорания  
с несимметричным сжатием и расширением  
Схема работы  
Турбинная секция



Роторный двигатель внутреннего сгорания  
с несимметричным сжатием и расширением  
Схема работы  
Турбинная секция

