

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **047901**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

- (45) Дата публикации и выдачи патента
2024.09.26
- (21) Номер заявки
202392657
- (22) Дата подачи заявки
2023.10.17
- (51) Int. Cl. **F01C 20/18** (2006.01)
F02B 55/08 (2006.01)
F02D 15/00 (2006.01)
F02B 53/00 (2006.01)

(54) **РОТОРНО-ПОРШНЕВОЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С РЕГУЛИРУЕМОЙ СТЕПЕНЬЮ СЖАТИЯ**

- (31) **2023106447**
- (32) **2023.03.19**
- (33) **RU**
- (43) **2024.09.25**
- (96) **2023000166 (RU) 2023.10.17**
- (71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ПЕРВОЕ
ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКОЕ
БЮРО" (RU)**
- (56) **US-B1-6776136
RU-C1-2294443
RU-C1-2059077
RU-C2-2524795
EA-B1-012459
US-A-5937820
US-A-5277158
WO-A1-8802438**
- (72) Изобретатель:
**Азаренков Андрей Александрович,
Терешкин Борис Юрьевич (RU)**
- (74) Представитель:
Журавлева Н.И. (RU)

-
- (57) Изобретение относится к двигателестроению. В частности, к двигателям внутреннего сгорания объемного типа с вращающимся поршнем - ротором, разделяющим пространство внутренней камеры на отдельные изменяющиеся объемы и с возможностью регулирования степени сжатия рабочего тела в основном рабочем механизме. Задача изобретения состоит в создании принципиальной конструкции роторно-поршневого двигателя внутреннего сгорания с возможностью динамического изменения степени сжатия рабочего тела. Техническим результатом является повышение значений коэффициента полезного действия, удельных мощностных и топливно-экономических показателей двигателя и предотвращение детонации свежего заряда в камере сгорания, за счет регулирования степени сжатия в зависимости от качества применяемого моторного топлива и условий работы двигателя. Указанный технический результат достигается применением в двигателе зубчатого реечного механизма, позволяющего изменять положение ротора в рабочей камере двигателя за счет возможности линейного перемещения подшипниковых опор вала ротора с боковыми зубчатыми рейками при повороте зубчатых секторов, находящихся с ними в зацеплении, на заданный угол, определяемый расстоянием между П-образными рычагами, закрепленными в зубчатых секторах и связанными между собой штангой изменяемой длины.
-

047901
B1

047901
B1

Область техники

Изобретение относится к двигателестроению. В частности, к двигателям внутреннего сгорания объемного типа с вращающимся поршнем - ротором, разделяющим пространство внутренней камеры на отдельные изменяющиеся объемы и с возможностью регулирования степени сжатия рабочего тела в основном рабочем механизме.

Уровень техники

В результате анализа уровня техники изобретений выявлены следующие аналоги и прототип. Известно роторно-пластинчатое устройство, которое может быть использовано как двигатель внутреннего сгорания с любой воздушно-газовой смесью, и описанное в патенте (Патент RU 2541059 С1 "Роторно-пластинчатое устройство" опубл.: 10.02.2015, МПК F01C 1/344) и содержащее статор, боковые крышки с пазом, расположенный в статоре ротор с радиальными пазами и рабочими пластинами в них, установленными с возможностью возвратно-поступательного движения и контакта своими верхними частями с внутренней поверхностью статора, причем каждая пластина выполнена с выступами в торцевой части, контактирующими с пазом крышек, отличающееся тем, что статор выполнен цилиндрической формы, паз в боковых крышках выполнен кольцевым, повторяющим форму внутренней цилиндрической поверхности статора и обеспечивающим угловое перемещение верхней части пластины в постоянном контакте с внутренней поверхностью статора, при этом ротор расположен со смещением к стенке корпуса с образованием камер неодинакового объема, в валу ротора с обоих концов выполнены несквозные осевые отверстия с образованием впускной и выпускной частей вала ротора, имеющие выход в пазы ротора, а на нижней части пластин выполнены углубления для входа и выхода рабочей среды из камеры.

Также известен ротационно-пластинчатый двигатель внутреннего сгорания, описанный в патенте (Патент RU 2059077 С1 "Ротационно-пластинчатый двигатель внутреннего сгорания" опубл.: 27.04.1996, МПК F 01 C 1/344, F 02 B 53/00) и содержащий цилиндрический корпус с торцевыми крышками и впускным и выпускным окнами, выполненными в первой и четвертой четвертях рабочей полости соответственно и сообщенными с одноименными патрубками, эксцентрично установленный в корпусе ротор с пластинами и узел подачи топлива со свечой зажигания, впускное отверстие которого расположено в третьей четверти рабочей полости, отличающийся тем, что ротор выполнен в виде элементов углового сечения, соединенных по торцам дисками с образованием крестообразного паза под пластины.

Также известна полезная модель роторно-лопастного двигателя, описанная в патенте (полезная модель к патенту RU 144058 U1 "Роторно-лопастной двигатель" опубл.: 10.08.2014, МПК F01C 1/00), содержащая, по крайней мере, одну секцию, состоящую из корпуса с торцевыми крышками и ротора с валом, отличающаяся тем, что корпус в своей внутренней части образует цилиндр, содержащий, по крайней мере, один "рабочий" сектор и, по крайней мере, две выемки: всасывающую и выхлопную, расположенных друг за другом, а ротор разделен пазами, по крайней мере, на три равных сектора, в которых расположены лопасти.

Общим недостатком приведенных аналогов является отсутствие либо принципиальная невозможность изменения положения ротора с пластинами в рабочей камере с целью варьирования степенью сжатия свежего заряда топливно-воздушной смеси, позволяющая адаптировать рабочий процесс двигателя к совокупности различных внешних и внутренних факторов, обеспечить оптимальный КПД при гарантированном отсутствии детонации.

Наиболее близким к реализации возможности динамического изменения степени сжатия является эллиптический роторный двигатель, описанный в патенте US 6776136B1 "Elliptical rotary engine" (Эллиптический роторный двигатель), опубл. 17.08.2004 г., МПК F01C 21/0872, содержащий цилиндрический роторный элемент, вращающийся внутри эллиптического корпуса. Множество поршневых лопаток, расположенных внутри роторного элемента, совершают возвратно-поступательное движение внутри поршневых каналов и частично выходят за их пределы и прижимаются к внутренней стенке эллиптического корпуса давлением масла, подаваемым в поршневой канал. Уплотнения с выпуклыми вершинами, проходящими по длине концов поршневых лопаток и качающимися при прохождении двигателем своего цикла, чтобы соответствовать кривизне внутренней поверхности корпуса и обеспечивать надежное уплотнение.

В такой системе реализуется неизменный рабочий цикл, заранее заданный размерами внутреннего профиля рабочей камеры, размерами и положением роторного элемента внутри рабочей камеры, а также размерами, количеством и расположением других более мелких элементов.

Недостатком данной системы является отсутствие опорных устройств, расположенных в боковых крышках корпуса и позволяющих изменять положение роторного элемента внутри рабочей камеры с целью изменения степени сжатия, а соответственно получения оптимальных показателей термодинамического цикла двигателя для конкретных текущих условий эксплуатации, определяемых внешними и внутренними факторами.

Задача изобретения состоит в создании принципиальной конструкции роторно-поршневого двигателя внутреннего сгорания с возможностью динамического изменения степени сжатия рабочего тела.

Техническим результатом является повышение значений коэффициента полезного действия, удельных мощностных и топливно-экономических показателей двигателя и предотвращение детонации свежес-

го заряда в камере сгорания, за счет регулирования степени сжатия в зависимости от качества применяемого моторного топлива и условий работы двигателя.

Указанный технический результат достигается применением в двигателе зубчатого реечного механизма, позволяющего изменять положение ротора в рабочей камере двигателя за счет возможности линейного перемещения подшипниковых опор вала ротора с боковыми зубчатыми рейками при повороте зубчатых секторов, находящихся с ними в зацеплении, на заданный угол, определяемый расстоянием между П-образными рычагами, закрепленными в зубчатых секторах и связанными между собой штангой изменяемой длины.

Боковые противоположные стороны подшипниковых опор выполнены в виде зубчатых реек, каждая из которых находится в зацеплении с соответствующим ей зубчатым сектором, т.е. на одну опору приходится по два зубчатых сектора. Размеры зубьев реек и секторов выполнены ответными.

Зубья в преимущественном варианте исполнения выполнены на части внешней поверхности зубчатого сектора, т.к. он поворачивается вокруг своей оси на небольшой угол. Вращение зубчатого сектора чисто геометрически ограничено углом его дуги, в пределах которой у него имеются зубья, но в данной конструкции оно раньше ограничится углом поворота П-образного рычага относительно оси вращения зубчатого сектора, максимальное значение которого в градусах определяется из соотношения

$$\alpha = \frac{360 * \varepsilon}{\pi * D}$$

где D - диаметр делительной окружности зубьев сектора.

В свою очередь, этот угол определяет и максимальное значение изменения длины резьбовой штанги, соединяющей П-образные рычаги, относительно её первоначальной длины при которой положение П-образных рычагов соответствует нулевому значению смещения ε .

П-образные рычаги закреплены в зубчатых секторах шарнирно по скользящей посадке и имеют возможность поступательного осевого перемещения в корпусе зубчатого сектора.

Принцип регулирования степени сжатия заключается в изменении минимального объема зоны воспламенения, ограниченной внешней поверхностью ротора, внутренней поверхностью эллиптической камеры и прижимающимися к ней лопатками, расположенными в радиальных каналах ротора за счет изменения положения ротора вдоль малой оси эллиптической камеры относительно ее центра.

Механизм регулирования смещения вала ротора представляет собой две подшипниковые опоры с зубчатыми рейками, расположенные в направляющем канале торцевой крышки корпуса двигателя и выполненные с возможностью перемещения вдоль малой оси эллиптической камеры, синхронизированные по величине и направлению перемещения за счет применения реечной зубчатой передачи. Само перемещение осуществляется за счет силового воздействия со стороны привода перемещения, который выполнен в виде механического устройства, включающего регулировочную муфту, неподвижно закрепленную на корпусе двигателя, и резьбовую штангу изменяемой длины, шарнирно соединенную с П-образными рычагами, а те, в свою очередь, с зубчатыми секторами реечной передачи, расположенными на неподвижных осях, закрепленных в торцевых крышках двигателя и находящихся в зацеплении с зубчатыми рейками на боковых поверхностях подшипниковых опор.

Раскрытие изобретения

На фиг. 1 показан роторно-поршневой двигатель внутреннего сгорания с регулируемой степенью сжатия, вид спереди.

На фиг. 2 показан роторно-поршневой двигатель внутреннего сгорания с регулируемой степенью сжатия, вид сбоку.

Регулирование степени сжатия реализуется в устройстве, включающем регулировочную муфту 6, закрепленную на корпусе двигателя 1, связанную посредством резьбовой штанги 7 и шаровых шарниров 12 с двумя П-образными рычагами 5, каждый из которых шарнирно закреплен в двух зубчатых секторах 4, расположенных, входящих в зацепление с двумя подшипниковыми опорами с зубчатыми рейками 8 вала 3 ротора 2 и расположенных на неподвижных осях 10, закрепленных в торцевых крышках корпуса 9, неподвижно соединенных с корпусом двигателя 1.

Порядок регулирования степени сжатия следующий. Регулировочной муфтой 6 устанавливается такая длина резьбовой штанги 7, при которой обеспечивается начальное положение подшипниковых опор 8 с заданной величиной смещения ε , соответствующей минимальной требуемой степени сжатия в зоне воспламенения 11. После запуска двигателя и выхода его на рабочий режим вращением регулировочной муфты 6 длина резьбовой штанги 7 увеличивается, шарнирно соединенные с ней П-образные рычаги поворачиваются в противоположных направлениях и поворачивают шарнирно соединенные с ними зубчатые секторы 4, увеличивая смещение ε подшипниковых опор 8 вала 3 ротора 2, находящихся с ними в зацеплении, до момента появления устойчивых признаков детонации. Затем регулировочной муфтой 6 длина резьбовой штанги 7 уменьшается до полного исчезновения признаков детонации. При изменении условий работы двигателя и возникновении детонации длина резьбовой штанги 7 уменьшается дополнительно.

Вылет резьбовой штанги 7 меняется поворачиванием регулировочной муфты 6, которая вращается

в серье, закрепленной неподвижно на корпусе двигателя 1. У муфты 6 есть возможность вращения и нет возможности осевого перемещения относительно корпуса двигателя. Элементы резьбовой штанги 7 правого и левого П-образных рычагов имеют разнонаправленную резьбу, и поворот регулировочной муфты 6 в одну сторону будет одновременно уменьшать их длину, т.е. сводить П-образные рычаги, опускать подшипниковые опоры и уменьшать смещение ε , а в другую сторону наоборот увеличивать - разводить П-образные рычаги, поднимать подшипниковые опоры и увеличивать смещение ε .

Устойчивая детонация двигателя легко определяется на слух и в простом исполнении изобретения оператор сможет отрегулировать степень сжатия вручную, что может быть приемлемо для стационарного режима работы двигателя. При реализации автоматического управления в конструкции регулировочную муфту 6 и резьбовую штангу 7 можно выполнить в виде управляемых актуаторов - механических, электромагнитных, гидравлических, обеспечив их наличием системы управления с необходимыми датчиками, отслеживающими детонацию.

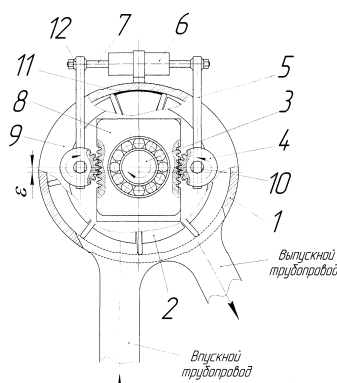
Регулирование степени сжатия позволяет обеспечить ее оптимальное значение для текущих условий работы двигателя, при котором будет достигнут максимальный КПД термодинамического цикла и обеспечено отсутствие детонации свежего заряда в зоне воспламенения. Известные формулы расчета термического КПД термодинамических циклов с изохорным, изобарным или смешанным подводом теплоты однозначно определяют повышение КПД при увеличении степени сжатия. Но чрезмерное повышение степени сжатия приведет к возникновению детонации и КПД будет падать, т.к. возникнут потери теплоты, связанные с неполнотой сгорания топлива, а также возрастут механические потери энергии, связанные с увеличением упругих деформаций в деталях двигателя при воздействии на них фронта ударной волны, возникающей в объеме камеры сгорания при детонации. Соответственно, обеспечив максимальное приемлемое значение степени сжатия, для любых текущих условий работы двигателя, одновременно будет обеспечен и максимальный КПД.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Роторно-поршневой двигатель внутреннего сгорания, содержащий корпус с эллиптической внутренней камерой и расположенный в ней цилиндрический ротор с валом, установленным в подшипниковых опорах, и радиальные лопатки, расположенные в пазах ротора, отличающийся тем, что содержит зубчатый реечный механизм смещения подшипниковых опор вала ротора вдоль малой оси эллиптической камеры, состоящий из двух подшипниковых опор, расположенных в торцевых крышках корпуса на противоположных сторонах вала, имеющих боковые зубчатые рейки, и находящихся с ними в зацеплении четырех зубчатых секторов, установленных с возможностью вращения вокруг своих осей, неподвижно закрепленных на торцевых крышках корпуса, шарнирно соединенных с двумя П-образными рычагами таким образом, что поворот двух зубчатых секторов, находящихся на противоположных торцевых крышках корпуса, объединенных одним П-образным рычагом, возможен одновременно на одну и ту же величину и в одном и том же направлении относительно подшипниковой опоры, а поворот двух других зубчатых секторов, объединенных вторым П-образным рычагом, возможен одновременно на одну и ту же величину в противоположном направлении, П-образные рычаги выполнены с возможностью изменения угла между ними за счет изменения длины соединяющей их штанги.

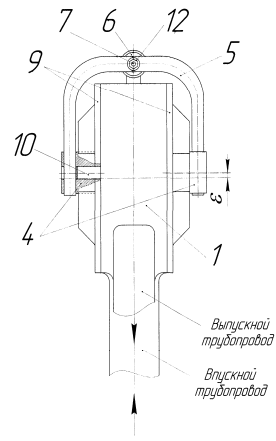
2. Роторно-поршневой двигатель по п.1, отличающийся тем, что радиальные лопатки, установленные в пазах ротора, делят внутреннее пространство эллиптической камеры на отдельные объемы.

3. Роторно-поршневой двигатель по п.1, отличающийся тем, что П-образные рычаги соединены шарнирно с соединяющей их штангой.



Фиг. 1

047901



Фиг. 2

