

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042358**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.02.07

(21) Номер заявки
202291648

(22) Дата подачи заявки
2019.12.26

(51) Int. Cl. **F02B 75/28** (2006.01)
F02B 19/08 (2006.01)
F02B 23/06 (2006.01)

(54) **МНОГОТОПЛИВНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С ПРОТИВОПОЛОЖНО-ДВИЖУЩИМИСЯ ПОРШНЯМИ**

(43) **2022.07.28**

(86) **PCT/RU2019/001028**

(87) **WO 2021/133197 2021.07.01**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ПЛЕТНЕВ АЛЕКСАНДР
ВЛАДИМИРОВИЧ (RU)**

(56) US-A-2119219
RU-C1-2078967
KR-A-19990052986
US-A-5322042

(72) Изобретатель:
**Плетнев Александр Владимирович,
Плетнев Роман Александрович,
Юнусов Шафигулла Набегулович
(RU)**

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Изобретение относится к области двигателестроения, в частности к двухтактным двигателям внутреннего сгорания с противоположно-движущимися поршнями, которые могут работать как с искровым зажиганием топлива (например, на бензиновом, газовом топливе), так и с воспламенением от сжатия топлива (например, на дизельном топливе). В одном из аспектов предложен многотопливный двигатель внутреннего сгорания с противоположно-движущимися поршнями, содержащий: по меньшей мере один цилиндр, содержащий по меньшей мере одно посадочное гнездо для установки форсунки впрыска и по меньшей мере одно окно в цилиндре, левый поршень и правый поршень, расположенные в цилиндре и выполненные с возможностью осуществления противоположно направленного перемещения с образованием камеры сгорания между ними, по меньшей мере одну форсунку впрыска, установленную в по меньшей мере одном посадочном гнезде в цилиндре двигателя, при этом по меньшей мере один из левого и правого поршней содержит по меньшей мере одну вихревую камеру, расположенную вблизи днища поршня в сообщении с камерой сгорания посредством канала первого сечения, причем в по меньшей мере одном из левого и правого поршней предусмотрен канал второго сечения, обеспечивающий сообщение по меньшей мере одного окна цилиндра с по меньшей мере одной вихревой камерой при нахождении левого и правого поршней в верхней мертвой точке (ВМТ), при этом по меньшей мере одна форсунка впрыска выполнена с возможностью впрыска топлива, при нахождении левого и правого поршней в ВМТ, в по меньшей мере одну соответствующую вихревую камеру через по меньшей мере одно соответствующее окно и через по меньшей мере один соответствующий канал второго сечения.

B1**042358****042358****B1**

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к области двигателестроения, в частности к двухтактным двигателям внутреннего сгорания с противоположно-движущимися поршнями, которые могут работать как с искровым зажиганием топлива (например, на бензиновом, газовом топливе), так и с воспламенением от сжатия топлива (например, на дизельном топливе).

Уровень техники

Известен двигатель внутреннего сгорания с форкамерно-факельным зажиганием и оптимизацией дизельно-газового рабочего процесса в отдельной камере (описание изобретения к авторскому свидетельству №721554, опубл. 24.08.1977, МПК F02B19/12).

Однако двигатели, реализующие известные решения, не могут работать на различных обедненных топливно-воздушных смесях.

Наиболее близкой к заявляемой является конструкция двигателя внутреннего сгорания с противоположно-движущимися поршнями и установленным снаружи узлом предварительного зажигания с вихревой камерой и расположенной в ней топливной форсункой и запальной свечой (публикация заявки на патент США №20080127947, опубл. 05.06.2008, МПК F02B75/28).

Узел предварительного зажигания в известном устройстве выполнен с возможностью приема свежего воздуха из цилиндра через отверстие для впрыска топлива и сообщается с камерой сгорания двигателя через коммуникационный канал, что приводит к более полному сгоранию топлива.

Недостатками известного устройства являются отсутствие возможности работы на различных видах топлива, в том числе с одновременной реализацией прямого впрыска воды или водно-спиртовых смесей в рабочее пространство двигателя.

Таким образом, несмотря на достижения уровня техники, по-прежнему стоит задача разработки современного универсального многотопливного двигателя внутреннего сгорания с противоположно-движущимися поршнями.

Раскрытие изобретения

Предложенное изобретение направлено на устранение по меньшей мере некоторых из недостатков уровня техники, для чего в одном из аспектов предложен многотопливный двигатель внутреннего сгорания с противоположно-движущимися поршнями, содержащий:

по меньшей мере один цилиндр, содержащий по меньшей мере одно посадочное гнездо для установки форсунки впрыска и по меньшей мере одно окно в цилиндре, левый поршень и правый поршень, расположенные в цилиндре и выполненные с возможностью осуществления противоположно направленного перемещения с образованием камеры сгорания между ними, по меньшей мере одну форсунку впрыска, установленную в по меньшей мере одном посадочном гнезде в цилиндре двигателя, при этом по меньшей мере один из левого и правого поршней содержит по меньшей мере одну вихревую камеру, расположенную вблизи днища поршня в сообщении с камерой сгорания посредством канала первого сечения, причем в по меньшей мере одном из левого и правого поршней предусмотрен канал второго сечения, обеспечивающий сообщение по меньшей мере одного окна цилиндра с по меньшей мере одной вихревой камерой при нахождении левого и правого поршней в верхней мертвой точке (ВМТ), при этом по меньшей мере одна форсунка впрыска выполнена с возможностью впрыска топлива, при нахождении левого и правого поршней в ВМТ, в по меньшей мере одну соответствующую вихревую камеру через по меньшей мере одно соответствующее окно и через по меньшей мере один соответствующий канал второго сечения.

Благодаря предложенной конструкции двигателя внутреннего сгорания обеспечивается его устойчивая работа на различных видах топлива, в том числе обедненных топливно-воздушных смесях, а также возможность прямого впрыска воды или водно-спиртового раствора в рабочее пространство двигателя (камеру сгорания) через вихревую камеру.

В одном из дополнительных вариантов предложен двигатель, в котором предусмотрено два окна в цилиндре, две форсунки впрыска и две вихревых камеры в одном из левого и правого поршней, причем первая форсунка впрыска выполнена с возможностью впрыска топлива в первую вихревую камеру через окно и через канал второго сечения при нахождении левого и правого поршней в ВМТ, и вторая форсунка впрыска выполнена с возможностью впрыска воды или водно-спиртового раствора во вторую вихревую камеру через окно и через канал после прохождения ВМТ.

В одном из дополнительных вариантов предложен двигатель, в котором форсунка впрыска для топлива представляет собой форсунку с отдельными соплами или форсунку с расслоенным впрыском, которая дополнительно выполнена с возможностью впрыска воды или водно-спиртового раствора в первую вихревую камеру через окно и через канал второго сечения, при нахождении левого и правого поршней в ВМТ.

В одном из дополнительных вариантов предложен двигатель, в котором предусмотрено три окна в цилиндре, три форсунки впрыска и две вихревых камеры в одном из левого и правого поршней, причем первая форсунка впрыска выполнена с возможностью впрыска второго топлива в первую вихревую камеру через окно и через канал второго сечения, при нахождении поршней в ВМТ, вторая форсунка впрыска выполнена с возможностью впрыска воды или водно-спиртового раствора во вторую вихревую каме-

ру через окно и через канал второго сечения, после прохождения ВМТ, и третья форсунка впрыска выполнена с возможностью впрыска первого топлива в первую вихревую камеру через окно и через канал второго сечения, до достижения ВМТ.

В одном из дополнительных вариантов предложен двигатель, в котором третья форсунка впрыска представляет собой форсунку с отдельными соплами или форсунку с расслоенным впрыском, которая дополнительно выполнена с возможностью впрыска воды или водно-спиртового раствора в первую вихревую камеру через окно и через канал второго сечения, до и/или после прохождения ВМТ.

В одном из дополнительных вариантов предложен двигатель, в котором предусмотрено восемь окон в цилиндре, восемь форсунок впрыска и две вихревых камеры в каждом из левого и правого поршней, причем по меньшей мере одна из четырех форсунок впрыска выполнена с возможностью впрыска второго топлива в по меньшей мере одну из соответствующих вихревых камер через по меньшей мере одно соответствующее окно и через по меньшей мере один соответствующий канал второго сечения, при нахождении левого и правого поршней в ВМТ, по меньшей мере одна из других четырех форсунок впрыска представляет собой форсунку с отдельными соплами или форсунку с расслоенным впрыском, которая выполнена с возможностью впрыска первого топлива, до достижения ВМТ, и впрыска воды или водно-спиртового раствора, после прохождения ВМТ, в по меньшей мере одну из соответствующих вихревых камер через по меньшей мере одно соответствующее окно и через по меньшей мере один соответствующий канал второго сечения.

В одном из дополнительных вариантов предложен двигатель, в котором по меньшей мере одна из других четырех форсунок впрыска дополнительно выполнена с возможностью впрыска воды или водно-спиртового раствора в по меньшей мере одну из соответствующих вихревых камер через по меньшей мере одно соответствующее окно и через по меньшей мере один соответствующий канал второго сечения, до и/или после прохождения ВМТ.

В одном из дополнительных вариантов предложен двигатель, в котором первое топливо является более тяжелым, чем второе топливо. В одном из дополнительных вариантов предложен двигатель, в котором первое топливо представляет собой мазут, печное топливо, нефть, или их комбинацию, а второе топливо представляет собой попутный газ, сжиженный газ, сжатый природный газ, или их комбинацию.

В одном из дополнительных вариантов предложен двигатель, работающий с воспламенением от сжатия на дизельном топливе и, предпочтительно, содержащий по меньшей мере одну свечу накаливания, установленную в цилиндре в по меньшей мере одном из посадочных гнезд.

В одном из дополнительных вариантов предложен двигатель, содержащий по меньшей мере одну свечу зажигания, установленную в цилиндре в по меньшей мере одном из посадочных гнезд, и работающий с искровым зажиганием на топливе, которое представляет собой бензин, сжиженный газ, сжатый природный газ, или их комбинацию.

Таким образом, вне зависимости от вида двигателя внутреннего сгорания и типа используемого топлива вихревая камера, расположенная в цилиндре двигателя непосредственно в днище поршня, способна действовать как узел предварительного форкамерно-факельного зажигания. Благодаря наличию канала второго сечения, который обеспечивает сообщение окна в цилиндре двигателя, в котором установлена форсунка впрыска, с вихревой камерой на определенном ходе поршня обеспечивается впрыск топлива, которое воспламеняется благодаря высокой температуре сжатого рабочего тела внутри цилиндра или благодаря искре, выдаваемой свечой зажигания.

Формирование рабочего тела внутри цилиндра обеспечивается подачей во всасывающие окна цилиндра воздуха или обедненной топливно-воздушной смеси, сформированной посредством внешнего смесеобразования с использованием карбюратора или инжектора.

В предложенном двигателе благодаря наличию канала первого сечения, который обеспечивает сообщение камеры сгорания с вихревой камерой, на такте сжатия происходит вытеснение свежей порции воздуха или обедненной топливно-воздушной смеси из рабочего пространства цилиндра в вихревую камеру с интенсивным перемешиванием компонентов. После воспламенения в вихревой камере через тот же канал первого сечения происходит выброс горящего высокотемпературного факела плазменных газов из вихревой камеры непосредственно в центральную область камеры сгорания, где сконцентрирована сжатая обедненная топливно-воздушная смесь.

Таким образом, обеспечивается не только работа двигателя в условиях потребления широкого спектра различных видов топлива, но и эффективное воспламенение топливно-воздушной смеси, кроме того, обеспечивается полнота ее сгорания.

Более того, предложенная конструкция двигателя внутреннего сгорания позволяет регулировать цикловую подачу топлива в зависимости от места расположения форсунок впрыска в окнах цилиндра по ходу движения поршня, а также комбинировать впрыск различных тяжелых и легких видов топлив с форсирующими жидкостями, как например вода и/или водно-спиртовой раствор, которые улучшают показатели полноты сгорания, охлаждения и снижают теплонапряженность деталей.

В последующем описании, показаны и более подробно описаны варианты осуществления предложенного изобретения. Следует понимать, что изобретение допускает другие варианты осуществления, и некоторые их детали допускают модификацию в различных очевидных аспектах без отступления от изо-

бретения, как изложено и описано в последующей формуле изобретения. Соответственно, чертежи и описание, по характеру, должны рассматриваться в качестве иллюстративных, а не в качестве ограничительных.

Краткое описание чертежей

Для лучшего понимания сущности предложенное изобретение проиллюстрировано на фигурах чертежей, на которых:

на фиг. 1 в разрезе представлен один из предпочтительных вариантов осуществления двигателя с одной форсункой впрыска и с одной вихревой камерой;

на фиг. 2 в разрезе представлен еще один из предпочтительных вариантов осуществления двигателя с двумя форсунками впрыска и двумя вихревыми камерами в одном поршне;

на фиг. 3 в разрезе представлен еще один из предпочтительных вариантов осуществления двигателя с тремя форсунками впрыска и двумя вихревыми камерами в одном поршне;

на фиг. 4 в разрезе представлен еще один из предпочтительных вариантов осуществления двигателя с восьмью форсунками впрыска и двумя вихревыми камерами в каждом поршне.

Фигуры выполнены в приблизительном масштабе, некоторые элементы могут быть показаны более крупно для ясности, некоторые элементы могут быть показаны более мелко для упрощения. Следует понимать, что варианты осуществления, проиллюстрированные на фигурах, не являются ограничивающими объем прилагаемой формулы изобретения.

Описание предпочтительных вариантов осуществления изобретения

Варианты осуществления не ограничиваются описанными здесь вариантами осуществления, и специалисту в области техники на основе информации, изложенной в описании, и знаний уровня техники станут очевидны и другие варианты осуществления изобретения, не выходящие за пределы сущности и объема данного изобретения.

Способы, раскрытые в настоящем описании, содержат один или несколько этапов или действий для достижения описанного способа. Этапы и/или действия способа могут заменять друг друга, не выходя за пределы объема формулы изобретения. Другими словами, если не определен конкретный порядок этапов или действий, порядок и/или использование конкретных этапов и/или действий может изменяться, не выходя за пределы объема формулы изобретения.

Изобретение относится к области двигателестроения, в частности к двухтактным двигателям внутреннего сгорания с противоположно-движущимися поршнями, которые могут работать как с искровым зажиганием топлива (например, на бензиновом, газовом топливе), так и с воспламенением от сжатия топлива (например, на дизельном топливе).

В целом, обращаясь к фигурам 1-4 чертежей, предложен многотопливный двигатель 100, 200, 300, 400 внутреннего сгорания с противоположно-движущимися поршнями, содержащий:

по меньшей мере один цилиндр 1, содержащий по меньшей мере одно посадочное гнездо 11, 12, 13, 14, 15 для установки форсунки впрыска и по меньшей мере одно окно 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58 в цилиндре 1, левый поршень 2 и правый поршень 3, расположенные в цилиндре 1 и выполненные с возможностью осуществления противоположно направленного перемещения с образованием камеры 4 сгорания между ними,

по меньшей мере одну форсунку 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48 впрыска, установленную в по меньшей мере одном посадочном гнезде 11, 12, 13, 14, 15 в цилиндре 1 двигателя, при этом

по меньшей мере один из левого и правого поршней 2, 3 содержит по меньшей мере одну вихревую камеру 22, 25, 32, 35, расположенную вблизи днища 21, 31 поршня в сообщении с камерой 4 сгорания посредством канала 24, 27, 34, 37 первого сечения, причем в по меньшей мере одном из левого и правого поршней 2, 3 предусмотрен канал 23, 26, 33, 36 второго сечения, обеспечивающий сообщение по меньшей мере одного окна 51, 54, 55, 58 цилиндра 1 с по меньшей мере одной вихревой камерой 22, 25, 32, 35 при нахождении левого и правого поршней 2, 3 в верхней мертвой точке (ВМТ), при этом по меньшей мере одна форсунка 41, 44, 45, 48 впрыска выполнена с возможностью впрыска топлива, при нахождении левого и правого поршней 2, 3 в ВМТ, в по меньшей мере одну соответствующую вихревую камеру 22, 25, 32, 35 через по меньшей мере одно соответствующее окно 51, 54, 55, 58 и через по меньшей мере один соответствующий канал 23, 26, 33, 36 второго сечения.

Следует понимать, что двигатель по настоящему изобретению может содержать необходимые узлы для осуществления работы, хотя они и не показаны на чертежах, такие как кривошипно-шатунный или рычажный механизм для приведения в движение поршней, систему подачи топлива и/или топливной смеси, включая, например, карбюратор или направляющую-распределитель для топлива, а также систему управления, включая контроллер и машиночитаемый носитель, который хранит команды для осуществления способов, описанных ниже. Также в некоторых вариантах осуществления может быть предусмотрен газораспределительный механизм для открывания и закрывания впускных и выпускных клапанов в соответствующие моменты цикла работы двигателя. В общем случае такие впускные и выпускные клапаны не являются обязательными, т.к. цилиндр по настоящему изобретению снабжен по меньшей мере одним впускным окном для впуска основной топливной смеси и по меньшей мере одним выпускным окном выпуска отработавших газов.

Кроме того, в левом и правом поршнях 2, 3 может быть предусмотрено множество канавок 5 для расположения уплотнительных колец 6, выполненных из материала, обладающего высокой термостойкостью и обеспечивающих надежное уплотнение. Например, такие уплотнительные кольца могут быть выполнены из чугуна с нанесением кремнеуглеродного покрытия или из стали с нанесением двухслойного покрытия методом микродугового оксидирования.

Предусмотренные в стенках цилиндра посадочные места 11, 12, 13, 14 и 15 представляют собой выполненные за одно целое выступы, снабженные одним или более резьбовыми отверстиями, которые сообщаются с соответствующими окнами 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, открывающимися во внутреннее пространство цилиндра 1. В качестве примера, на фиг. 1-4 чертежей, посадочное место 11 может быть дополнительно снабжено установочным отверстием для свечи 7, по существу же посадочные места 11 и 12 обеспечивают возможность установки одной форсунки впрыска. Посадочные места 13 и 14 обеспечивают возможность установки двух форсунок впрыска, посадочное место 15 обеспечивает возможность установки сразу четырех форсунок впрыска. Следует понимать, что как и посадочное место 11, каждое или все из посадочных мест 12, 13, 14 или 15 также могут быть снабжены дополнительным установочным отверстием для свечи. Выполнение посадочных мест сразу с несколькими отверстиями имеет ряд технологических преимуществ перед выполнением посадочных мест с одиночным отверстием, т.к. является более простым для настройки производственного оборудования и более быстрым в производстве.

В предпочтительном варианте осуществления все резьбовые отверстия в посадочных местах 11, 12, 13, 14, 15 выполнены одинаковыми, чтобы обеспечить возможность использования одинаковых форсунок для впрыска различных жидкостей, как будет описано ниже. Соответственно, такой вариант повышает взаимозаменяемость отдельных элементов, как следствие, увеличивая ремонтпригодность и снижая технологические затраты на производство, ремонт и переоборудование.

Обращаясь к фиг. 1 чертежей, будет более подробно описана работа предложенного двигателя 100 внутреннего сгорания в одном из предпочтительных вариантов осуществления. Левый и правый поршни 2, 3 показаны на фиг. 1 в ВМТ.

При работе двигателя 100 внутреннего сгорания с искровым зажиганием, например, на бензиновом топливе, в результате внешнего или внутреннего смесеобразования обеспечивается формирование обедненной топливно-воздушной смеси в цилиндре 1 двигателя. При движении левого и правого поршней 2 и 3 навстречу друг другу к верхней мертвой точке (ВМТ), в момент сжатия обедненной топливно-воздушной смеси, её часть с некоторым количеством избытка воздуха поступает через канал 24 первого сечения в вихревую камеру 22 левого поршня 2. При нахождении левого и правого поршней в ВМТ в вихревую камеру 22 левого поршня 2 впрыскивают топливо посредством форсунки 41 впрыска через окно 51 цилиндра 1 и канал 23 второго сечения.

В вихревой камере 22 происходит интенсивное перемешивание компонентов в турбулизированном топливно-воздушном потоке, который воспламеняется посредством искры, обеспечиваемой свечой 7 зажигания, которая установлена в посадочном гнезде 11 смежной форсунки 41 впрыска. При этом выброс горячего высокотемпературного факела из вихревой камеры 22 осуществляется через канал 24 первого сечения непосредственно в полость внутренней камеры 4 сгорания, где сконцентрирована сжатая обедненная топливно-воздушная смесь, тем самым обеспечивая ее эффективное воспламенение и сгорание.

Соответственно, при работе двигателя 100 внутреннего сгорания с зажиганием от сжатия, например, на дизельном топливе, обеспечивается подача воздуха в цилиндр 1 двигателя через впускное окно (не показано). При движении левого и правого поршней 2 и 3 навстречу друг другу к верхней мертвой точке (ВМТ) в момент сжатия воздуха в рабочей области цилиндра его часть поступает через канал 24 первого сечения в вихревую камеру 22 левого поршня 2. При нахождении левого и правого поршней в ВМТ в вихревую камеру 22 левого поршня 2 впрыскивают топливо посредством форсунки 41 впрыска через окно 51 цилиндра 1 и канал 23 второго сечения.

В вихревой камере 22 происходит интенсивное перемешивание компонентов в турбулизированном топливно-воздушном потоке, который самовоспламеняется благодаря высокой температуре в вихревой камере. При этом выброс горячего высокотемпературного факела из вихревой камеры 22 осуществляется через канал 24 первого сечения непосредственно в полость внутренней камеры 4 сгорания, где сконцентрирована основная часть сжатого воздуха, тем самым обеспечивая его эффективное воспламенение и сгорание.

Далее, независимо от типа двигателя 100 внутреннего сгорания левый и правый поршни 2, 3 движутся по направлению друг от друга, совершая основную работу и приводя во вращение кривошипно-шатунный механизм (не показан). Остаточные газы и продукты сгорания топлива (топливной смеси) выводятся через выпускное окно (не показано) в выхлопную систему.

Обращаясь к фиг. 2 чертежей, будет более подробно описана работа предложенного двигателя 200 внутреннего сгорания в еще одном из предпочтительных вариантов осуществления. Левый и правый поршни 2, 3 показаны на фиг. 2 в положении при перемещении в ВМТ, которое также соответствует положению при перемещении в НМТ.

В двигателе 200 по фиг. 2 предусмотрено два окна 51, 52 в цилиндре 1, две форсунки 41, 42 впрыска и две вихревые камеры 22, 25 в одном из левого и правого поршней 2, 3 (в левом поршне 2 в проиллюст-

рированном примере), причем первая форсунка 41 впрыска выполнена с возможностью впрыска топлива в первую вихревую камеру 22 через окно 51 и через канал 23 второго сечения при нахождении левого и правого поршней 2, 3 в ВМТ, и вторая форсунка 42 впрыска выполнена с возможностью впрыска воды или водно-спиртового раствора во вторую вихревую камеру 25 через окно 52 и через канал 26 после прохождения ВМТ.

Известно, что впрыск воды или водно-спиртовой смеси в двигатели внутреннего сгорания используются для повышения его характеристик. Прямой впрыск воды обеспечивает оптимальную комбинацию хорошей экономичности и снижению вредных выбросов с выхлопными газами, повышению мощности и крутящего момента с одновременным снижением расхода топлива. В частности, испарение водяного аэрозоля сопровождается снижением температуры в камере сгорания, а наличие большого количества водяного пара в заряде приводит к повышению его теплоемкости. Совместные действия этих двух факторов ведут к снижению температуры в локальных очагах горения, охлаждению рабочей смеси и нагретых деталей двигателя, сокращению образования окислов азота, снижению детонационного порога.

Работа двигателя 200 по фиг. 2 в целом соответствует работе двигателя 100 по фиг. 1 как с искровым зажиганием, так и с зажиганием от сжатия, при достижении верхней мертвой точки происходит воспламенение основной топливно-воздушной смеси в камере 4 сгорания посредством форкамерного зажигания с помощью вихревой камеры 22. Смесь сгорая вызывает расширение образовавшихся газов, и поршни начинают движение к нижней мертвой точке (НМТ).

На определенном этапе сгорания основной подачи топлива посредством форсунки 41, например, 25-35%, и предпочтительно, 30%, через дополнительное окно 52 цилиндра 1 и через канал 26 второго сечения форсункой 42 впрыска впрыскивается вода в вихревую камеру 25. Вода нагревается за счет теплообмена с поверхностью днища 21 левого поршня 2 и продуктов сгорания топлива, интенсивно испаряется, резко увеличиваясь в объеме. За счет избытка давления водяной пар поступает через канал 27 первого сечения в рабочую область цилиндра 1, обеспечивая дальнейший отъем тепла от нагретых частей и горячих топливных газов. Происходит дальнейшее расширение рабочего тела в цилиндре двигателя, что обеспечивает осуществление дополнительной работы.

Следует понимать, что положение дополнительного окна 52 в цилиндре 1 задается при производстве двигателя, однако, регулировать работу двигателя можно дополнительно, например, изменяя длительность и момент впрыска воды посредством соответствующей настройки форсунки 42 впрыска, а также регулируя количество подаваемой воды.

Специалисту будет понятно, что вместо воды может быть использован водно-спиртовой раствор. Например, с добавлением метанола, который может оказать дополнительный эффект для увеличения совершаемой работы цилиндра в двигателе.

В дополнительных вариантах осуществления двигателя 100, 200 форсунка 41 впрыска для топлива может представлять собой форсунку с отдельными соплами или форсунку с расслоенным впрыском, которая дополнительно выполнена с возможностью впрыска воды или водно-спиртового раствора в первую вихревую камеру 22 через окно 51 и через канал 23 второго сечения, при нахождении левого и правого поршней 2, 3 в ВМТ.

Соответственно, изменяя длительность и момент впрыска воды (или водно-спиртового раствора) посредством соответствующей настройки форсунки 41 впрыска, а также регулируя количество подаваемой воды (или водно-спиртового раствора) можно регулировать работу двигателя, повышая ее эффективность.

Таким образом, цикловой впрыск воды может осуществляться как с использованием форсунки 41 впрыска с отдельной подачей топлива и воды через вихревую камеру 22, так и с использованием отдельной форсунки 42 впрыска только для воды через вихревую камеру 25, где отсутствует свеча 7. При этом следует понимать, что камеры 22 и 25 могут быть выполнены идентичными, и соответственно, быть взаимозаменяемыми, путем установки одинаковых форсунок для топлива или воды в соответствующие посадочные места 11, 12 в цилиндре.

В дополнительных вариантах осуществления вихревые камеры 22 и 25 могут быть выполнены различных размеров, или могут быть снабжены каналами 23, 26 второго сечения и каналами 24, 27 первого сечения различных размеров. В общем случае, каналы 23, 26 второго сечения имеют одинаковую площадь сечения, которая больше, чем площадь сечения каналов 24, 27 первого сечения, которая также одинакова для обоих каналов. В этом случае при стабильности и однотипности настроек для разных форсунок впрыска обеспечивается большая вариабельность регулировки впрыска и большая интенсивность воспламенения рабочего тела в камере сгорания цилиндра, т.к. в течение большей продолжительности времени обеспечивается перекрытие канала второго сечения и окна в стенке цилиндра, а также более высокая скорость выброса горячего высокотемпературного факела из вихревой камеры.

Однако возможны и другие варианты осуществления, в которых площади поперечного сечения каналов первого сечения не равны друг другу, в которых площади поперечного сечения каналов второго сечения не равны друг другу, или в которых площади поперечного сечения одного или более из каналов второго сечения меньше или равны площади поперечного сечения одного или более из каналов первого сечения.

Например, канал 24 первого сечения вихревой камеры 22 может быть меньшего размера, чем канал 27 первого сечения вихревой камеры 25, в этом случае выброс горячего высокотемпературного факела из вихревой камеры 22 будет происходить с большей интенсивностью, и при этом большее количество водяного пара может быть обеспечено из вихревой камеры 25. Кроме того, могут быть предусмотрены и различные другие комбинации размеров камер и каналов первого и второго сечений.

В предпочтительном варианте осуществления вихревая камера может иметь форму шара, прямого или изогнутого цилиндра или тора. Могут быть предусмотрены и другие формы и размеры вихревых камер, которые, как и перечисленные выше, обеспечивают эффективное перемешивание рабочих сред внутри камеры.

Обращаясь к фиг. 3 чертежей, будет более подробно описана работа предложенного двигателя 300 внутреннего сгорания в еще одном из предпочтительных вариантов осуществления. Левый и правый поршни 2, 3 показаны на фиг. 3 в положении при перемещении в ВМТ, которое также соответствует положению при перемещении в НМТ.

В двигателе 300 по фиг. 3 предусмотрено три окна 51, 52, 53 в цилиндре 1, три форсунки 41, 42, 43 впрыска и две вихревых камеры 22, 25 в одном из левого и правого поршней 2, 3, причем первая форсунка 41 впрыска выполнена с возможностью впрыска второго топлива в первую вихревую камеру 22 через окно 51 и через канал 23 второго сечения, при нахождении поршней 2, 3 в ВМТ, вторая форсунка 42 впрыска выполнена с возможностью впрыска воды или водно-спиртового раствора во вторую вихревую камеру 25 через окно 52 и через канал 26 второго сечения, после прохождения ВМТ, и третья форсунка 43 впрыска выполнена с возможностью впрыска первого топлива в первую вихревую камеру 22 через окно 53 и через канал 23 второго сечения, до достижения ВМТ.

Работа двигателя 300 по фиг. 3 в целом соответствует работе двигателя 100 по фиг. 1 и двигателя 200 по фиг. 2 как с искровым зажиганием, так и с зажиганием от сжатия. Однако кроме представленных выше возможностей - впрыска воды до и после верхней мертвой точки (ВМТ), может быть применена цикловая подача различных видов топлива в камеру 4 сгорания. Например, в течение такта выпуска третья форсунка 43 впрыска используют для впрыска первого топлива в первую вихревую камеру 22 через окно 53 и через канал 23 второго сечения, до достижения ВМТ. Таким образом, обеспечивается подача, например, 40% по объему от полной цикловой подачи топлива.

В конце такта сжатия первая форсунка 41 впрыска используется для впрыска второго топлива в первую вихревую камеру 22 через окно 51 и через канал 23 второго сечения, при нахождении поршней 2, 3 в ВМТ. Таким образом, обеспечивается подача оставшейся части топлива, например, 60% по объему от полной цикловой подачи топлива.

Далее происходит воспламенение топливной смеси в вихревой камере, посредством искрового зажигания или зажигания от сжатия (в зависимости от типа двигателя и вида используемого топлива), что способствует более высокоэффективному воспламенению рабочей смеси в рабочей области цилиндра и обеспечивает высокую полноту сгорания топлива.

В предпочтительном варианте осуществления третья форсунка 43 впрыска представляет собой форсунку с отдельными соплами или форсунку с расслоенным впрыском, которая дополнительно выполнена с возможностью впрыска воды или водно-спиртового раствора в первую вихревую камеру 22 через окно 53 и через канал 23 второго сечения, до и/или после прохождения ВМТ. Соответственно, описанные выше преимущества и положительные эффекты от использования таких форсунок будут справедливы и к двигателю 300 по фиг. 3.

Обращаясь к фиг. 4 чертежей, будет более подробно описана работа предложенного двигателя 400 внутреннего сгорания в еще одном из предпочтительных вариантов осуществления. Левый и правый поршни 2, 3 показаны на фиг. 4 в положении при перемещении в ВМТ, которое также соответствует положению при перемещении в НМТ.

В двигателе 400 по фиг. 4 предусмотрено восемь окон 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58 в цилиндре 1, восемь форсунок 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48 впрыска и две вихревых камеры 22, 25, 32, 35 в каждом из левого и правого поршней 2, 3, причем

по меньшей мере одна из четырех форсунок 41, 44, 45, 48 впрыска выполнена с возможностью впрыска второго топлива в по меньшей мере одну из соответствующих вихревых камер 22, 25, 32, 35 через по меньшей мере одно соответствующее окно 51, 54, 55, 58 и через по меньшей мере один соответствующий канал 23, 26, 33, 36 второго сечения, при нахождении левого и правого поршней 2, 3 в ВМТ,

по меньшей мере одна из других четырех форсунок 42, 43, 46, 47 впрыска представляет собой форсунку с отдельными соплами или форсунку с расслоенным впрыском, которая выполнена с возможностью впрыска первого топлива, до достижения ВМТ, и впрыска воды или водно-спиртового раствора, после прохождения ВМТ, в по меньшей мере одну из соответствующих вихревых камер 22, 25, 32, 35 через по меньшей мере одно соответствующее окно 52, 53, 56, 57 и через по меньшей мере один соответствующий канал 23, 26, 33, 36 второго сечения.

Работа двигателя 400 по фиг. 4 в целом соответствует работе двигателя 100 по фиг. 1, двигателя 200 по фиг. 2, а также двигателя 300 по фиг. 3 как с искровым зажиганием, так и с зажиганием от сжатия, обладая при этом всеми преимуществами описанных выше вариантов осуществления, которые проявля-

ются в большей степени благодаря наличию вихревых камер в каждом из левого и правого поршней 2, 3 с форсунками с отдельными соплами и расслоением впрыска воды и топлива.

В предпочтительном варианте осуществления двигателя 400 по фиг. 4, по меньшей мере одна из других четырех форсунок 42, 43, 46, 47 впрыска дополнительно выполнена с возможностью впрыска воды или водно-спиртового раствора в по меньшей мере одну из соответствующих вихревых камер 22, 25, 32, 35 через по меньшей мере одно соответствующее окно 52, 53, 56, 57 и через по меньшей мере один соответствующий канал 23, 26, 33, 36 второго сечения, до и/или после прохождения ВМТ.

Благодаря предложенной конструкции могут быть реализованы различные схемы управления работой двигателя с различными комбинациями подачи топлив и воды (водно-спиртовых растворов) как по цикловой подаче, так и по ходу поршня, с эффективным поджигом смесей форкамерно-факельным зажиганием в соответствующих вихревых камерах. Обеспечивается широкий диапазон возможных регулировок работы двигателя посредством эффективного управления работой отдельных или всех форсунок впрыска, например, для временного выведения их из работы в зависимости от требований по нагрузке на двигатель, регулирования объема и длительности впрыска, распределения объема выдаваемой жидкости.

Преимуществом варианта осуществления двигателя 300, 400 по фиг. 3 и 4 является возможность использования различных видов топлива, в котором первое топливо является более тяжелым, чем второе топливо. В предпочтительном варианте осуществления, первое топливо представляет собой мазут, печное топливо, нефть, или их комбинацию, а второе топливо представляет собой попутный газ, сжиженный газ, сжатый природный газ, или их комбинацию.

Следует понимать, что узлы и элементы двигателя должны быть выполнены из соответствующих материалов известными в уровне техники методами и средствами производства. Например, могут применяться точное литье, обработка на станках с ЧПУ, аддитивные технологии с последующим нанесением износостойких и термостойких покрытий методом микродугового оксидирования и др.

Как уже было указано, в любом из описанных выше вариантов осуществления двигателя может быть предусмотрена по меньшей мере одна свеча 7 зажигания, установленная в цилиндре 1 в по меньшей мере одном из посадочных гнезд 11, 12, 13, 14, 15, для обеспечения работы двигателя 100, 200, 300, 400 с искровым зажиганием на топливе, которое представляет собой бензин, сжиженный газ, сжатый природный газ, или их комбинацию.

При этом следует понимать, что для вариантов осуществления двигателя 100, 200, 300, 400, работающего с воспламенением от сжатия на дизельном топливе, может быть предусмотрена по меньшей мере одна свеча 7 накаливания, установленная в цилиндре 1 в по меньшей мере одном из посадочных гнезд 11, 12, 13, 14, 15. Свеча 7 накаливания в этом случае может быть использована в режиме запуска, например, в холодную погоду.

Благодаря предложенной конструкции в любом из вариантов осуществления двигателя внутреннего сгорания обеспечивается его устойчивая работа на различных видах топлива, в том числе обедненных топливно-воздушных смесях, а также возможность прямого впрыска воды или водно-спиртового раствора в рабочее пространство двигателя (камеру сгорания) через вихревую камеру.

Более того, как было показано, вне зависимости от вида двигателя внутреннего сгорания и типа используемого топлива, вихревая камера, расположенная в цилиндре двигателя непосредственно в днище поршня, способна действовать как узел предварительного форкамерно-факельного зажигания. Благодаря наличию канала второго сечения, который обеспечивает сообщение окна в цилиндре двигателя, в котором установлена форсунка впрыска, с вихревой камерой на определенном ходе поршня обеспечивается впрыск топлива, которое воспламеняется благодаря высокой температуре сжатого рабочего тела внутри цилиндра или благодаря искре, выдаваемой свечой зажигания.

Обеспечивается не только работа двигателя в условиях потребления широкого спектра различных видов топлива, но и эффективное воспламенение топливно-воздушной смеси, кроме того, обеспечивается полнота ее сгорания.

Несмотря на то, что примерные варианты осуществления были подробно описаны и показаны на сопроводительных чертежах, следует понимать, что такие варианты осуществления являются лишь иллюстративными и не предназначены ограничивать более широкое изобретение, и что данное изобретение не должно ограничиваться конкретными показанными и описанными компоновками и конструкциями, поскольку различные другие модификации могут быть очевидны специалистам в соответствующей области.

Рядовому специалисту в данной области будет понятно, что варианты осуществления, охваченные настоящим описанием, не ограничены конкретными иллюстративными вариантами осуществления, описанными выше. В связи с этим, хотя были показаны и описаны иллюстративные варианты осуществления, в вышеизложенном описании предполагается большой диапазон модификаций, изменений, комбинаций и замен. Должно быть понятно, что в изложенном выше такие варианты можно сделать без выхода из объема настоящего изобретения. Соответственно, целесообразно широкое толкование приложенной формулы изобретения и способом, согласующимся с настоящим описанием.

Список ссылочных позиций:

1 - цилиндр,
 2 - левый поршень,
 3 - правый поршень,
 4 - камера сгорания двигателя,
 5 - канавка под уплотнительное кольцо,
 6 - уплотнительное кольцо,
 7 - свеча (зажигания, накаливания),
 11, 12, 13, 14, 15 - посадочное гнездо;
 21 - днище левого поршня;
 22, 25 - вихревая камера левого поршня;
 23, 26 - канал второго сечения;
 24, 27 - канал первого сечения
 31 - днище правого поршня;
 32, 35 - вихревая камера левого поршня;
 33, 36 - канал второго сечения;
 34, 37 - канал первого сечения;
 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48 - форсунка впрыска;
 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58 - окно в цилиндре;
 100, 200, 300, 400 - двигатель.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Многотопливный двигатель (100, 200, 300, 400) внутреннего сгорания с противоположно-движущимися поршнями, содержащий:

по меньшей мере один цилиндр (1), содержащий по меньшей мере одно посадочное гнездо (11, 12, 13, 14, 15) для установки форсунки впрыска и по меньшей мере одно окно (51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58) в цилиндре (1),

левый поршень (2) и правый поршень (3), расположенные в цилиндре (1) и выполненные с возможностью осуществления противоположно направленного перемещения с образованием камеры (4) сгорания между ними,

по меньшей мере одну форсунку (41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48) впрыска, установленную в по меньшей мере одном посадочном гнезде (11, 12, 13, 14, 15) в цилиндре (1) двигателя, при этом

по меньшей мере один из левого и правого поршней (2, 3) содержит по меньшей мере одну вихревую камеру (22, 25, 32, 35), расположенную вблизи днища (21, 31) поршня в сообщении с камерой (4) сгорания посредством канала (24, 27, 34, 37) первого сечения, причем

в по меньшей мере одном из левого и правого поршней (2, 3) предусмотрен канал (23, 26, 33, 36) второго сечения, обеспечивающий сообщение по меньшей мере одного окна (51, 54, 55, 58) цилиндра (1) с по меньшей мере одной вихревой камерой (22, 25, 32, 35) при нахождении левого и правого поршней (2, 3) в верхней мертвой точке (ВМТ), при этом

по меньшей мере одна форсунка (41, 44, 45, 48) впрыска выполнена с возможностью впрыска топлива, при нахождении левого и правого поршней (2, 3) в ВМТ, в по меньшей мере одну соответствующую вихревую камеру (22, 25, 32, 35) через по меньшей мере одно соответствующее окно (51, 54, 55, 58) и через по меньшей мере один соответствующий канал (23, 26, 33, 36) второго сечения.

2. Двигатель (200) по п.1, в котором предусмотрено два окна (51, 52) в цилиндре (1), две форсунки (41, 42) впрыска и две вихревых камеры (22, 25) в одном из левого и правого поршней (2, 3), причем

первая форсунка (41) впрыска выполнена с возможностью впрыска топлива в первую вихревую камеру (22) через окно (51) и через канал (23) второго сечения при нахождении левого и правого поршней (2, 3) в ВМТ, и

вторая форсунка (42) впрыска выполнена с возможностью впрыска воды или водно-спиртового раствора во вторую вихревую камеру (25) через окно (52) и через канал (26) после прохождения ВМТ.

3. Двигатель (100, 200) по п.1 или 2, в котором форсунка (41) впрыска для топлива представляет собой форсунку с отдельными соплами или форсунку с расслоенным впрыском, которая дополнительно выполнена с возможностью впрыска воды или водно-спиртового раствора в первую вихревую камеру (22) через окно (51) и через канал (23) второго сечения, при нахождении левого и правого поршней (2, 3) в ВМТ.

4. Двигатель (300) по п.1, в котором предусмотрено три окна (51, 52, 53) в цилиндре (1), три форсунки (41, 42, 43) впрыска и две вихревых камеры (22, 25) в одном из левого и правого поршней (2, 3), причем

первая форсунка (41) впрыска выполнена с возможностью впрыска второго топлива в первую вихревую камеру (22) через окно (51) и через канал (23) второго сечения, при нахождении поршней (2, 3) в ВМТ,

вторая форсунка (42) впрыска выполнена с возможностью впрыска воды или водно-спиртового рас-

тора во вторую вихревую камеру (25) через окно (52) и через канал (26) второго сечения, после прохождения ВМТ, и

третья форсунка (43) впрыска выполнена с возможностью впрыска первого топлива в первую вихревую камеру (22) через окно (53) и через канал (23) второго сечения, до достижения ВМТ.

5. Двигатель (300) по п.4, в котором третья форсунка (43) впрыска представляет собой форсунку с отдельными соплами или форсунку с расслоенным впрыском, которая дополнительно выполнена с возможностью впрыска воды или водно-спиртового раствора в первую вихревую камеру (22) через окно (53) и через канал (23) второго сечения, до и/или после прохождения ВМТ.

6. Двигатель (400) по п.1, в котором предусмотрено восемь окон (51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58) в цилиндре (1), восемь форсунок (41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48) впрыска и две вихревые камеры (22, 25, 32, 35) в каждом из левого и правого поршней (2, 3), причем

по меньшей мере одна из четырех форсунок (41, 44, 45, 48) впрыска выполнена с возможностью впрыска второго топлива в по меньшей мере одну из соответствующих вихревых камер (22, 25, 32, 35) через по меньшей мере одно соответствующее окно (51, 54, 55, 58) и через по меньшей мере один соответствующий канал (23, 26, 33, 36) второго сечения, при нахождении левого и правого поршней (2, 3) в ВМТ,

по меньшей мере одна из других четырех форсунок (42, 43, 46, 47) впрыска представляет собой форсунку с отдельными соплами или форсунку с расслоенным впрыском, которая выполнена с возможностью впрыска первого топлива, до достижения ВМТ, и впрыска воды или водно-спиртового раствора, после прохождения ВМТ, в по меньшей мере одну из соответствующих вихревых камер (22, 25, 32, 35) через по меньшей мере одно соответствующее окно (52, 53, 56, 57) и через по меньшей мере один соответствующий канал (23, 26, 33, 36) второго сечения.

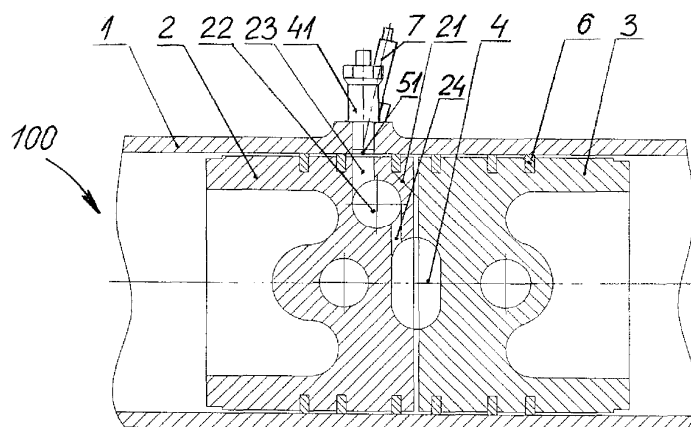
7. Двигатель (400) по п.6, в котором по меньшей мере одна из других четырех форсунок (42, 43, 46, 47) впрыска дополнительно выполнена с возможностью впрыска воды или водно-спиртового раствора в по меньшей мере одну из соответствующих вихревых камер (22, 25, 32, 35) через по меньшей мере одно соответствующее окно (52, 53, 56, 57) и через по меньшей мере один соответствующий канал (23, 26, 33, 36) второго сечения, до и/или после прохождения ВМТ.

8. Двигатель (300, 400) по любому из пп.4-7, в котором первое топливо является более тяжелым, чем второе топливо, предпочтительно, первое топливо представляет собой мазут, печное топливо, нефть, или их комбинацию, а второе топливо представляет собой попутный газ, сжиженный газ, сжатый природный газ или их комбинацию.

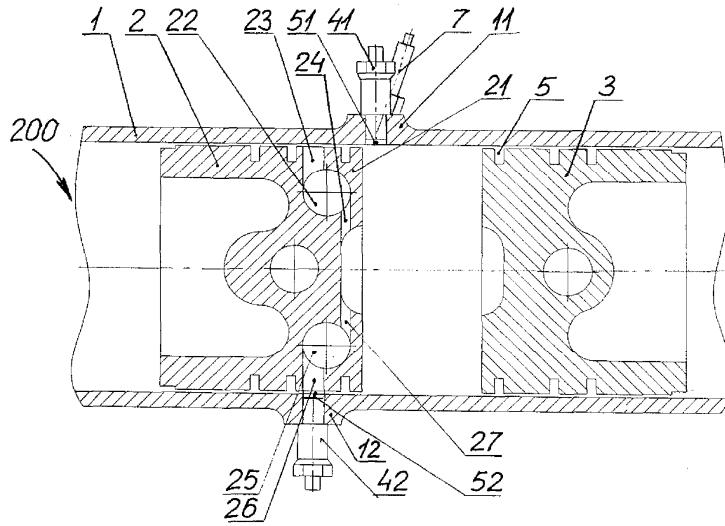
9. Двигатель (100, 200, 300, 400) по любому из предыдущих пунктов, работающий с воспламенением от сжатия на дизельном топливе и, предпочтительно, содержащий по меньшей мере одну свечу (7) накаливания, установленную в цилиндре (1) в по меньшей мере одном из посадочных гнезд (11, 12, 13, 14, 15).

10. Двигатель (100, 200, 300, 400) по любому из предыдущих пунктов, содержащий по меньшей мере одну свечу (7) зажигания, установленную в цилиндре (1) в по меньшей мере одном из посадочных гнезд (11, 12, 13, 14, 15), и работающий с искровым зажиганием на топливе, которое представляет собой бензин, сжиженный газ, сжатый природный газ или их комбинацию.

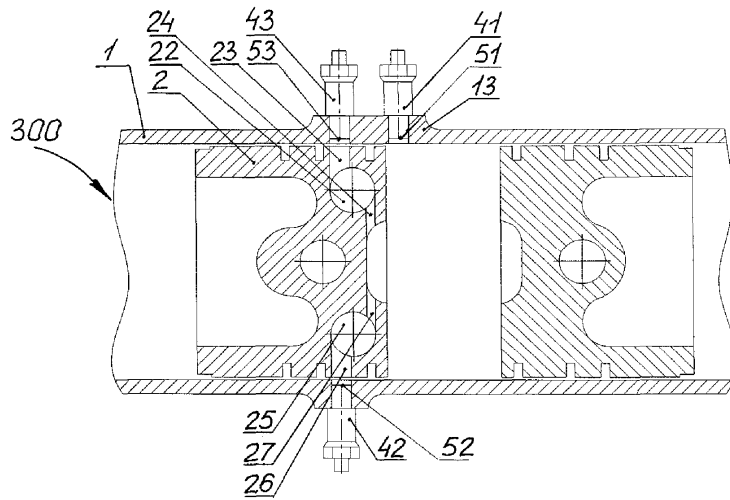
11. Двигатель (100, 200, 300, 400) по любому из предыдущих пунктов, в котором площадь поперечного сечения канала второго сечения больше, чем площадь поперечного сечения канала первого сечения.



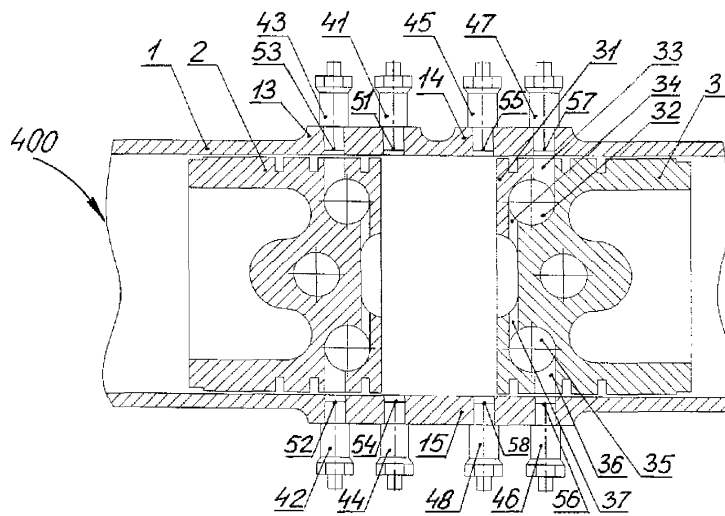
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4