



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 215 879** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **F 01 L 7/02, 5/14, F 02 B 75/28**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

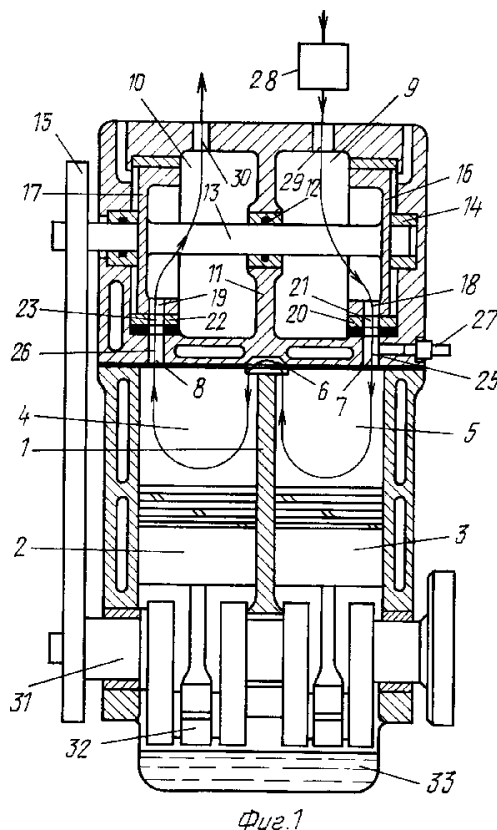
(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2000115856/06, 16.06.2000
(24) Дата начала действия патента: 16.06.2000
(43) Дата публикации заявки: 20.11.2002
(46) Дата публикации: 10.11.2003
(56) Ссылки: GB 1090353 A, 08.11.1967. SU 1300160 A1, 30.03.1987. RU 2118465 C1, 27.08.1998. FR 569328 A, 10.04.1924. DE 322764 A, 08.07.1920. US 3724432 A, 03.04.1973. WO 86/04112 A1, 17.07.1986. SU 27544 A, 31.08.1932.
(98) Адрес для переписки: 620014, г.Екатеринбург, ул. Шейнкмана, 30, кв.36, Б.П.Чоповскому

(71) Заявитель:
Чоповский Борис Петрович
(72) Изобретатель: Чоповский Б.П.,
Козулин В.Б., Козулин Н.В., Козулина Е.В.
(73) Патентообладатель:
Чоповский Борис Петрович

(54) ПОРШНЕВАЯ МАШИНА (ВАРИАНТЫ)

(57)
Изобретение относится к машиностроению, а именно к двигателям внутреннего сгорания. Техническим результатом является повышение эффективности работы двигателя. Сущность изобретения заключается в том, что поршневая машина содержит как минимум два цилиндра с перемещающимися в них поршнями, а во впускной и выпускной камерах, соединенных с перепускными каналами с цилиндрами, вращаются цилиндрические золотники. При этом впускная камера расположена над одним цилиндром, выпускная - над другим, а каждая камера работает на два цилиндра. Сущность другого изобретения заключается в том, что поршневая машина содержит как минимум два смежных рабочих цилиндра с рабочими полостями, в которых перемещаются поршни, связанные каждый со своим кривошипом. В камерах впуска и выпуска перемещаются золотники, связанные с поршнями. В рабочих цилиндрах над поршнями при их положении в верхней мертвой точке выполнены впускные и выпускные окна, соединенные перепускными каналами с окнами камеры впуска и камеры выпуска. Согласно изобретению, золотники связаны с поршнями при помощи штоков, а камеры установлены над рабочими поршнями через разделяющую перегородку. 3 с. и 5 з.п.ф-лы, 15 ил.



RU 2 215 879 C2

RU 2 215 879 C2



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 215 879** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) Int. Cl.7 **F 01 L 7/02, 5/14, F 02 B 75/28**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

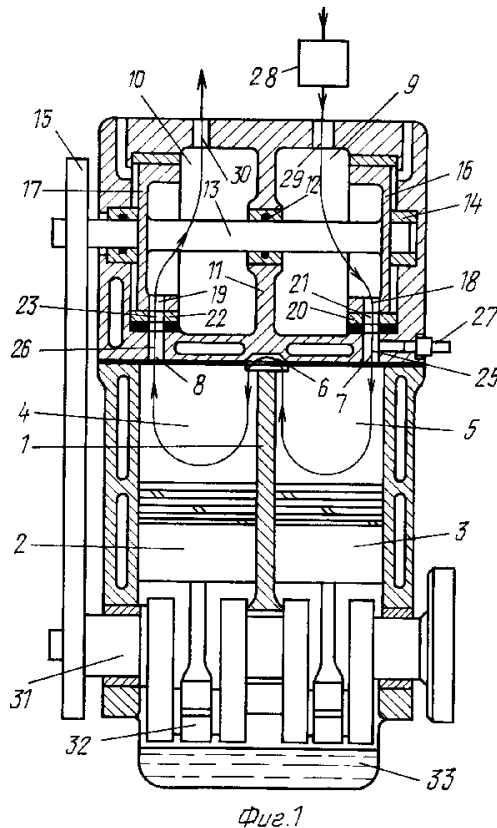
(21), (22) Application: 2000115856/06, 16.06.2000
 (24) Effective date for property rights: 16.06.2000
 (43) Application published: 20.11.2002
 (46) Date of publication: 10.11.2003
 (98) Mail address:
 620014, g.Ekaterinburg, ul. Shejnkmana, 30,
 kv.36, B.P.Chopovskomu

(71) Applicant:
 Chopovskij Boris Petrovich
 (72) Inventor: Chopovskij B.P.,
 Kozulin V.B., Kozulin N.V., Kozulina E.V.
 (73) Proprietor:
 Chopovskij Boris Petrovich

(54) **PISTON MACHINE (VERSIONS)**

(57) Abstract:

FIELD: mechanical engineering; internal combustion engines. SUBSTANCE: proposed piston machine contains at least two cylinders with pistons moving inside cylinders and rotary cylindrical spools connected with cylinders by bypass channels and arranged in intake and exhaust chambers. Intake chamber is located over one cylinder, and exhaust chamber, over other cylinder, each chamber operates to two cylinders. According to invention proposed piston machine contains minimum two adjacent operating cylinders with working spaces which accommodate pistons each coupled with its crank. Spools coupled with pistons move in intake and exhaust chambers. Intake and exhaust ports are made in operating cylinders over pistons. When the later are in top dead center, said ports are connected by bypass channels with ports of intake and exhaust chambers. Spools are coupled with pistons by means of rods. Chambers are installed over pistons through separating partitions. EFFECT: improved efficiency in operation. 8 cl, 15 dwg



RU 2 215 879 C2

RU 2 215 879 C2

Изобретение относится к машиностроению, в частности к конструкции поршневых двухтактных и четырехтактных двигателей внутреннего сгорания, а также к конструкции поршневых компрессоров и насосов, которые имеют механизм движения поршней и рабочий цилиндр с впускными и выпускными окнами.

В качестве группы изобретений предлагается несколько независимых вариантов исполнения поршневой машины, которая может быть использована по различному назначению с сохранением основных отличительных особенностей. Все варианты поршневой машины имеют один вид и обеспечивают получение сходного технического результата, т.к. обеспечивают сжатие газа или перекачку жидкой среды с помощью поступательного движения поршней и работы распределительного механизма.

В качестве ближайшего прототипа для поршневой машины, имеющей цилиндр, поршень, впускные и выпускные окна, а также устройство для перекрытия окон, может быть принята поршневая машина, имеющая эти же ограничительные признаки. К такой поршневой машине можно отнести четырехтактные и двухтактные двигатели внутреннего сгорания, а также компрессоры для сжатия и отсоса газов (вакуумные компрессоры) и поршневые насосы для перекачки жидких сред.

Все перечисленные известные варианты поршневой машины имеют сложный механизм газораспределения с рядом недостатков, которые снижают технико-экономические показатели поршневой машины. Так, например, у четырехтактного двигателя механизм газораспределения включает в себя подъемные клапаны принудительного действия и кулачковый вал. Подъемные клапаны и кулачковый вал имеют неуравновешенные инерционные массы, которые ограничивают скорость вращения вала двигателя и не позволяют развить его возможную максимальную мощность. Наличие клапанных тарелок, перекрывающих окна, не обеспечивает их полное открытие и увеличивает сопротивление газового тракта. Для уменьшения сопротивления газового тракта иногда используют несколько подъемных клапанов для одного цилиндра, но это значительно усложняет конструкции двигателя.

Газораспределительный механизм, имеющий кулачковый распредвал, клапаны, толкатели, подвержен быстрому износу, имеет низкий механический КПД и повышенный уровень шума. По мере износа кулачков распредвала и толкателей требуется периодическая регулировка зазоров в процессе эксплуатации.

В поршневых компрессорах и насосах в качестве распределительного механизма используются подъемные самодействующие клапаны, запорные элементы которых также имеют неуравновешенные инерционные массы. Поэтому самодействующие клапаны имеют низкую надежность и не позволяют увеличить скорость вращения поршневой машины.

В двухтактных двигателях внутреннего сгорания в качестве распределительного механизма используются выполненные на стенке цилиндра окна, которые

перекрываются поршнем. Такое расположение окон влечет за собой необходимость увеличения длины цилиндров и поршней. При малой длине цилиндров и поршней возникает вероятность выноса масла из картера двигателя в выпускные окна и попадания топлива в картер двигателя через выпускные окна. Кроме того, по этой причине необходимо размещать дополнительные поршневые кольца на нижней части юбки поршня.

Задачей изобретения является повышение технико-экономических показателей поршневой машины за счет упрощения и повышения надежности распределительного механизма у машин, сжимающих газ или перекачивающих жидкость.

В качестве ближайшего прототипа можно принять конструкцию поршневой машины, используемой в качестве двигателя-компрессора, которая описана в книге [2].

Недостатком известной машины является малая эффективность ее работы.

Техническим результатом для всех вариантов является повышение эффективности.

Поставленная задача в части первого варианта достигается тем, что поршневая машина, например, как двухтактный или четырехтактный двигатель внутреннего сгорания, компрессор для сжатия или отсоса газа или насос для перекачки жидкой среды, содержащая цилиндры с полостями, в которых перемещаются поршни, камеру впуска и камеру выпуска, в которых вращаются цилиндрические золотники, связанные с валом двигателя, и впускные и выпускные окна, соединенные перепускными каналами с камерами впуска и выпуска, согласно изобретению содержит как минимум два цилиндра, впускная камера расположена над одним цилиндром, а выпускная - над другим, при этом каждая камера работает на два цилиндра.

Поставленная задача достигается также тем, что полости цилиндров могут быть соединены между собой при помощи канала с образованием общей камеры сгорания для двух цилиндров, а поршни совершают движение в одном направлении, при этом один цилиндр имеет впускные окна, а другой цилиндр - выпускные окна, либо цилиндры работают независимо друг от друга, поршни цилиндров совершают встречное движение и работают в противофазе, в камерах впуска и выпуска размещены по два золотника, а каждый цилиндр имеет и впускное и выпускное окно.

Поставленная задача в части второго варианта достигается тем, что в поршневой машине, содержащей как минимум два смежных рабочих цилиндра с рабочими полостями, в которых перемещаются поршни, связанные каждый со своим кривошипом, камеры впуска и камеры выпуска, в которых перемещаются золотники, связанные с поршнями, впускные и выпускные окна, выполненные в рабочих цилиндрах над поршнями при их положении в верхней мертвой точке и соединенные перепускными каналами с окнами камеры впуска и камеры выпуска, согласно изобретению, золотники связаны с поршнями при помощи штоков, а

камеры установлены над рабочими поршнями через разделяющую перегородку.

Поставленная задача достигается также тем, что рабочие полости могут быть соединены между собой при помощи канала с образованием общей камеры сгорания для двух рабочих цилиндров, поршни совершают движение в одном направлении, при этом один цилиндр имеет впускные окна, а другой цилиндр - выпускные окна, либо цилиндры являются независимыми, рабочие поршни совершают встречное движение и работают в противофазе, при этом каждый цилиндр имеет впускные и выпускные окна.

Поставленная задача достигается также тем, что золотники могут быть выполнены прямоугольного сечения.

Поставленная задача в части третьего варианта достигается тем, что в поршневой машине, содержащей цилиндры, расположенные через разделяющую перегородку один над другим, у которых поршни цилиндров первого ряда связаны штоками с поршнями цилиндров второго ряда, а рабочий цилиндр выполнен сдвоенным и имеет впускные и выпускные окна и общую камеру сгорания, сообщающую его рабочие полости, которые расположены по обе стороны перегородки, согласно изобретению рабочие полости цилиндров первого ряда выполнены проточными и соединены со стороны входа и выхода газа с рабочими полостями цилиндров второго ряда, а впускные и выпускные окна цилиндров первого ряда выполнены в верхней части цилиндра над поршнем при его положении в верхней мертвой точке.

Поршневая машина в варианте выполнения по пунктам 1 и 2 формулы изобретения поясняется на фиг. 1-5 и имеет следующий перечень позиций:

- 1 - сдвоенный рабочий цилиндр;
- 2 - поршень левого цилиндра;
- 3 - поршень правого цилиндра;
- 4 - полость левого цилиндра;
- 5 - полость правого цилиндра;
- 6 - канал, соединяющий полости 4 и 5;
- 7 - впускное окно цилиндра 1;
- 8 - выпускное окно цилиндра 1;
- 9 - камера впуска;
- 10 - камера выпуска;
- 11 - перегородка, разделяющая камеры;
- 12 - сальник перегородки;
- 13 - распределительный вал;
- 14 - подшипники вала 12;
- 15 - приводной шкив вала 12;
- 16 - золотниковый клапан камеры впуска;
- 17 - золотниковый клапан камеры выпуска;
- 18 - выпускное окно золотника 16;
- 19 - впускное окно золотника 17;
- 20 - прижимное седло золотника 16;
- 21 - окно седла 20;
- 22 - прижимное седло золотника 17;
- 23 - окно седла 22;
- 24 - упругая поджимная подушка седел 20 и 22;
- 25 - перепускной канал из камеры 9 в полость 5;
- 26 - перепускной канал из полости 4 в камеру 10;
- 27 - свеча зажигания или форсунка;
- 28 - нагнетатель;
- 29 - впускное окно камеры впуска;
- 30 - выпускное окно камеры выпуска;
- 31 - коленвал двигателя;

32 - кривошип;

33 - маслозаполненный картер механизма движения.

Двигатель имеет минимум два смежных взаимосвязанных рабочих цилиндра с общей камерой сгорания, у которых один цилиндр имеет впускные окна, а другой цилиндр имеет выпускные окна. Поршни цилиндров совершают движение в одном направлении. Принцип работы многоцилиндрового двигателя с четным количеством цилиндров не будет отличаться от двигателя, имеющего два смежных взаимосвязанных цилиндра, а поэтому для рассмотрения предложен двухцилиндровый двигатель.

Двигатель, показанный на фиг. 1, имеет два смежных взаимосвязанных цилиндра 1, в которых перемещаются поршни 2 и 3. Над поршнями 2 и 3 образованы полости 4 и 5 рабочих цилиндров, которые соединены между собой каналом 6. Два смежных соединенных между собой цилиндра можно рассматривать как один сдвоенный цилиндр, который имеет общую камеру сгорания и одну на два цилиндра свечу зажигания или форсунку для впрыска топлива 27. Двигатель имеет одну камеру впуска 9 и одну камеру выпуска 10. Через камеры 9 и 10 проходит приводной вал 13, установленный в подшипниках 14. На валу 13 жестко закреплены шкив 15, взаимодействующий с зубчатым ремнем или цепью, а также золотник 16 камеры впуска и золотник 17 камеры выпуска. На цилиндрической поверхности золотника 16 выполнено окно 18, а на поверхности золотника 17 - окно 19. К цилиндрической поверхности золотника 16 прижато седло 20, имеющее окно 21, а к цилиндрической поверхности золотника 17 прижато седло 22, имеющее окно 23. Прижатие седел 20 и 22 к золотникам 16 и 17 осуществляется упругими подушками или обычными подпружиненными подушками. Конструктивное выполнение поджимных седел может быть различным. В частности, седла могут быть выполнены из антифрикционных материалов, не требующих смазки, например на основе графитофторопласта. Камера впуска 9 имеет впускное окно 29, а камера выпуска 10 имеет выпускное окно 30. К камере впуска может быть подключен нагнетатель 28. К цилиндру 5 в варианте использования поршневой машины в качестве двигателя внутреннего сгорания подключена свеча зажигания 27 или форсунка для впрыска топлива.

Если бы цилиндры были не сдвоенными, пришлось бы иметь на каждый цилиндр одну камеру впуска и одну камеру выпуска. Соответственно на два цилиндра потребовалось бы использовать две камеры впуска и две камеры выпуска. Кроме того, помимо уменьшения количества камер сдвоенный цилиндр позволяет улучшить условия продувки двухтактного двигателя.

Принцип работы двигателя, показанного на фиг. 1: в результате вращения золотниковых клапанов обеспечивается периодическое совмещение окон 18 и 19 золотниковых клапанов соответственно с окнами 7 и 8 цилиндра 1. В зависимости от длины окон 18 и 19 по дуге окружности золотников и их размещения на цилиндрической поверхности золотников по углу поворота вала может быть реализована

заданная диаграмма распределения жидкости или газа в зависимости от назначения поршневой машины.

Диаграммы фаз распределения жидкой или газообразной среды в зависимости от назначения поршневой машины показаны на фиг. 2, 3, 4 и 5.

Вариант четырехтактного двигателя имеет диаграмму газораспределения, показанную на фиг. 2.

Четырехтактный двигатель характеризуется тем, что у него полный цикл работы происходит за два оборота вала двигателя. Поэтому передаточное отношение по вращению от вала двигателя к валу газораспределительного механизма устанавливается как два к одному. Соответственно за два оборота вала золотниковые клапаны совершают один оборот. На диаграмме фаз газораспределения видно, что за один оборот золотника поршень два раза подходит к ВМТ и НМТ, а поворот вала двигателя на 180° соответствует повороту золотникового клапана на 90° . Показанное на фиг. 2 положение золотниковых клапанов по углу поворота вала соответствует положению поршня в НМТ. Вращение золотниковых клапанов происходит по часовой стрелке.

При переходе поршня от НМТ к ВМТ в камере выпуска происходит совмещение окна 20 седла с окном 16 золотника, которое имеет длину по дуге окружности 90° . Это значит, что при проходе поршня от НМТ к ВМТ газ на всем ходе поршня поступает из полости цилиндра в камеру выпуска 8, а затем через окно 27 идет на выхлоп, т. е. происходит полная очистка цилиндра 1 от сгоревших газов. Одновременно золотник 13 камеры впуска 8 поворачивается на 90° . При подходе поршня к ВМТ происходит закрытие окна 20 и прекращается выпуск газа из цилиндра. К этому моменту в камере впуска 7 окно 13 золотника 13 подходит к окну 18 седла 17. Происходит совмещение окон и при ходе поршня от ВМТ к НМТ осуществляется цикл всасывания, и газ из атмосферы или от нагнетателя 25 через окно 29 поступает в камеру впуска 7, а затем через окна 18 и 21, через канал 25 и окно 7 поступает в цилиндр 1. Цикл всасывания в цилиндр происходит на всем ходе поршня от ВМТ к НМТ, т. к. окно 18 имеет длину по дуге окружности золотника 90° . При подходе поршня к НМТ окна 18 и 21 закрываются. Далее при ходе поршня от НМТ к ВМТ происходит сжатие газа в цилиндре, т. к. все окна в цилиндре на этом ходе поршня находятся в закрытом состоянии. В ВМТ поршня происходит принудительное воспламенение топливной смеси от свечи зажигания 27 или самовоспламенение при подаче топлива через форсунку 27. Газ при сгорании расширяется и происходит рабочий ход поршня от ВМТ к НМТ. При положении поршня в НМТ или несколько раньше совмещаются отверстия 19 и 23 в камере выпуска, и происходит выхлоп из цилиндра сгоревших газов и начинается очистка цилиндра за счет движения поршня от НМТ к ВМТ. Далее все циклы работы четырехтактного двигателя повторяются.

На фиг. 3 показана диаграмма фаз газораспределения при использовании поршневой машины в качестве двухтактного

двигателя внутреннего сгорания (ДДВС). У ДДВС полный цикл работы происходит за один оборот вала двигателя. Поэтому вал двигателя и золотниковые клапаны должны вращаться синхронно. Рассматривается вариант, когда вращение вала двигателя идет по часовой стрелке. Показанное на фиг. 3 положение золотниковых клапанов по углу поворота вала соответствует положению поршня в НМТ.

Из диаграммы видно, что в этом положении поршня окно 19 седла камеры выпуска открыто и продолжается выпуск из цилиндра сгоревших газов. При этом, т. к. общая длина окна 19 по дуге окружности на цилиндрической поверхности золотника 17 равна $\alpha_1 + \alpha_2$, из диаграммы видно, что выпуск выхлопных газов из цилиндра начался раньше до подхода поршня к НМТ на угол поворота вала α_2 . После поворота вала золотникового клапана 17 на угол α_1 окно 21 седла 20 камеры впуска еще закрыто. При дальнейшем повороте золотникового клапана 17 на угол α_2 , а золотникового клапана 16 на угол α_3 окна 23 и 21 будут открыты, и будет происходить продувка цилиндра свежим газом. После поворота золотникового клапана 17 на угол α_2 , а золотникового клапана 16 на угол α_3 окно 23 закроется, выпуск газа из цилиндра прекратится и начнется заполнение цилиндра через окно 21 с избыточным давлением газа, которое может создать нагнетатель 28. Продолжительность заполнения цилиндра с избыточным давлением будет соответствовать времени поворота золотникового клапана 16 на угол α_4 . Такое чередование открытия и закрытия впускных 21 и выпускных окон 23 позволяет обеспечить эффективную прямоточную продувку цилиндра в направлении стрелки на фиг. 3 и осуществить заполнение цилиндра после закрытия окна 23 с избыточным давлением.

После заполнения цилиндра свежей порцией газа поршень продолжает движение от НМТ к ВМТ при закрытых окнах 21 и 23 и происходит процесс сжатия. В ВМТ происходит принудительное зажигание рабочей смеси от свечи или самовоспламенение при дизельном варианте и начинается расширение газа и рабочий ход поршня до начала открытия окна 23. Затем идет выпуск сгоревших газов продувка цилиндра и заполнение его с избыточным давлением, и процесс работы ДДВС повторяется.

На фиг. 4 показана диаграмма фаз газораспределения в случае использования поршневой машины в качестве поршневого компрессора (ПК) для сжатия газа или для отсоса газа и создания в системе вакуума (вакуумный компрессор).

Полный цикл работы ПК происходит за один оборот его вала. Поэтому вал ПК и золотниковые клапаны должны вращаться синхронно, для чего передаточное отношение по вращению от вала ПК к валу золотниковых клапанов принимается один к одному. Рассматривается вариант, когда вращение вала идет в направлении часовой стрелки. Показанное на фиг. 4 положение золотниковых клапанов по углу поворота вала соответствует положению поршня в НМТ. Из

диаграммы видно, что в этом положении золотниковых клапанов окна 21 и 18 закрыты. При движении поршня от НМТ к ВМТ и повороте золотникового клапана 16 на 180° окно 21 остается закрытым на всем ходе поршня. При повороте золотникового клапана 17 окно 23 остается закрытым до тех пор, пока не начнется совмещение окон 19 и 23. За это время золотниковый клапан 17 повернется на угол $180 - \alpha^\circ$. В это время поршень идет к ВМТ и сжимает газ в цилиндре 1 на расчетную величину. Т. е. происходит процесс предварительного сжатия газа по принципу, который используется, например, в винтовых компрессорах. Величина предварительного сжатия является расчетной и выбирается такой, чтобы она соответствовала заданному давлению в системе, на которую будет работать ПК.

Величина предварительного сжатия является функцией степени сжатия газа, которая будет создана в цилиндре до открытия выпускного окна 23. При повороте золотникового клапана 17 на угол больше, чем $180 - \alpha^\circ$, начнется совмещение окон 19 и 23, и сжатый газ начнет выталкиваться в камеру выпуска и далее в систему, где должно быть такое же расчетное давление. Длительность выталкивания будет соответствовать времени поворота золотника 17 на угол α° , когда окно 23 закроется цилиндрической поверхностью золотникового клапана 17. Выталкивание сжатого газа из цилиндра закончится при подходе поршня к ВМТ. К этому моменту окно 18 золотникового клапана 16 подойдет к окну 21 и при движении поршня от ВМТ к НМТ начинается процесс всасывания газа в цилиндр, который будет продолжаться на всем ходе поршня до прихода его в НМТ. За это время золотниковый клапан 16 повернется на 180° . После окончания цикла всасывания окно 21 закроется и поршень из НМТ пойдет к ВМТ, т.е. начнется сжатие газа, и весь цикл работы ПК будет повторяться.

В случае подключения к камере впуска 9 нагнетателя 28 производительность компрессора может быть поднята на величину, пропорциональную величине избыточного давления, которое будет создано перед впускным окном 7 цилиндра 1.

На фиг.5 показана диаграмма фаз распределения в случае использования поршневой машины в качестве поршневого насоса для перекачки жидкой несжимаемой среды. Полный цикл работы ПН происходит за один оборот его вала. Поэтому вал ПН и золотниковые клапаны должны вращаться синхронно, для чего передаточное отношение по вращению вала ПН к валу золотниковых клапанов принимается один к одному. Рассматривается вариант, когда вращение вала идет в направлении часовой стрелки. Показанное на фиг.5 положение золотниковых клапанов по углу поворота вала соответствует положению поршня в НМТ.

Из диаграммы видно, что в этом положении поршня заканчивается открытие окна 21, т. е. закончится всасывание жидкой среды в цилиндр 1 и начинает открываться окно 23, а это значит, что начинается цикл выталкивания среды из цилиндра 1 в камеру выпуска 10. Дуга окружности окна 18 золотникового клапана 16 камеры впуска 9 и

дуга окружности окна 19 золотникового клапана 17 камеры выпуска 10 равны 180° . Поэтому впуск жидкой среды в цилиндр 1 идет на всем насосном ходе поршня при его движении от ВМТ к НМТ.

Также выпуск жидкой среды из цилиндра 1 идет на всем выталкиваемом ходе поршня при его движении от НМТ к ВМТ.

Предложенные варианты поршневой машины, которая может работать в качестве четырехтактного или двухтактного двигателя внутреннего сгорания, а также компрессора для сжатия газа или насоса для перекачки жидкой среды, имеют новую конструкцию распределительного механизма.

Если сравнивать предложенную поршневую машину в варианте четырехтактного двигателя с уже известными четырехтактными двигателями, у которых распределительный механизм включает в себя кулачковый распредвал, коромысла, подъемные клапаны, сальники и пружины, то можно отметить следующие преимущества предлагаемой конструкции:

- повышается надежность и долговечность, т.к. отсутствует кулачковый распредвал сложной формы, который испытывает динамические пульсирующие нагрузки, подвержен износу и требует обильной смазки;

- инерционные клапаны подъемного типа заменены безынерционными золотниковыми клапанами вращательного действия. В результате может быть увеличена скорость вращения двигателя и уменьшена его масса при заданной мощности;

- снижен уровень шума газораспределительного механизма, т.к. он не испытывает динамических нагрузок из-за отсутствия кулачков и не требуется регулировка зазоров между клапанами и толкателями для компенсации величины износа трущихся поверхностей в процессе эксплуатации;

- золотниковый клапан находится в более легких условиях работы и не требует притирки в процессе эксплуатации, т.к. седло является самоподжимным;

- на привод золотниковых клапанов требуются меньшие затраты энергии, чем на привод подъемных клапанов с использованием кулачкового вала;

- золотниковый клапан является полнопроходным и имеет меньшее газодинамическое сопротивление. Для полного открытия впускных и выпускных окон требуется меньший угол поворота вала, т.е. на всем цикле срабатывания они полностью открыты, а поэтому увеличиваются коэффициент заполнения цилиндра и мощность двигателя;

- меньше вспомогательных деталей типа сальников, пружин.

Если сравнивать предложенную поршневую машину в варианте двухтактного двигателя с известными двухтактными двигателями, то можно отметить следующие преимущества:

- после продувки цилиндра его заполнение производится при закрытых выпускных окнах, что позволяет при использовании надува получить коэффициент заполнения цилиндра больше единицы. В результате повышаются КПД и мощность двигателя;

- на стенке цилиндра в нижней его части

отсутствуют впускные и выпускные окна. В результате исключается унос картерного масла через окна, отпадает необходимость увеличения длины поршней и цилиндров. Могут быть использованы типовые блоки цилиндров и поршни от любого четырехтактного двигателя;

- улучшается схема продувки цилиндра от остаточных газов, что повышает частоту выхлопных газов и экономичность двигателя;

- уменьшается износ поршневых колец, т.к. они не перебегают впускные и выпускные окна, не требуется специальная фиксация поршневых колец на поршне от проворачивания;

- четырехтактные двигатели могут переводиться на двухтактный цикл работы с минимальными затратами, т.к. остается без изменения конструкция блока цилиндров и поршней. Меняется только крышка цилиндра. При этом мощность двигателя увеличивается в два и более раз.

Если сравнивать предложенную поршневую машину в варианте компрессора с известными поршневыми компрессорами, то можно отметить следующие преимущества:

- отсутствуют подъемные самодействующие клапаны с инерционными рабочими пластинами, которые по условиям надежности ограничивают скорость вращения компрессора. Предложенный вариант компрессора имеет безынерционные золотниковые клапаны и позволяет на порядок поднять скорость вращения компрессора, а следовательно, в несколько раз снизить его стоимость и массу при заданной производительности;

- отсутствие самодействующих клапанов, имеющих ударные рабочие пластины, позволяет намного снизить уровень шума работы компрессора;

- снижается сопротивление газового тракта, т.к. впускные и выпускные окна являются полнопроходными на всем цикле их открытия, что улучшает экономические показатели компрессора;

- отсутствие самодействующих клапанов с рабочими пластинами подъемного действия позволяет использовать компрессор для сжатия загрязненных газов, т.к. золотниковые клапаны являются полнопроходными и самоочищающимися;

- повышается надежность компрессора и облегчается его обслуживание в процессе эксплуатации, т.к. отсутствуют самодействующие клапаны, требующие частых ремонтов и замену рабочих пластин ударного действия;

- отсутствие самодействующих клапанов и эффекта скобления их рабочих пластин о седло позволяет использовать компрессор для работы без смазки цилиндров, что позволяет его использовать во взрывоопасном производстве, не допуская присутствие масла.

Преимущества поршневой машины в варианте поршневого насоса по сравнению с известными поршневыми насосами для перекачки жидкой среды:

- отсутствие самодействующих клапанов или клапанов принудительного действия позволяет перекачивать жидкую среду с крупными фракциями твердых частей, т.к. исключается возможность попадания этих частиц между клапаном и седлом.

Золотниковые клапаны являются самоочищающимися;

- отсутствие клапанов ударного действия повышает надежность поршневого насоса и позволяет поднять его скорость вращения. В результате при заданной производительности снижаются габариты и масса насоса, а также его стоимость при изготовлении.

Если в поршневой машине при одном цилиндре требуется одна камера впуска и одна камера выпуска, то при наличии двух смежных цилиндров можно сократить количество камер, т.е. иметь вместо двух камер впуска и двух камер выпуска по одной камере впуска и выпуска, каждая из которых будет работать на два цилиндра.

Вариант выполнения поршневой машины по пунктам 1 и 3 формулы изобретения поясняется на фиг.6 и 7, которые имеют следующий перечень позиций:

- 1 - рабочий цилиндр левый;
 - 2 - рабочий цилиндр правый;
 - 3 - поршень цилиндра 1;
 - 4 - поршень цилиндра 2;
 - 5 - полость цилиндра 1;
 - 6 - полость цилиндра 2;
 - 7 - впускное окно цилиндра 1;
 - 8 - выпускное окно цилиндра 1;
 - 9 - впускное окно цилиндра 2;
 - 10 - выпускное окно цилиндра 2;
 - 11 - камера впуска;
 - 12 - камера выпуска;
 - 13 - перегородка, разделяющая камеры;
 - 14 - сальник перегородки;
 - 15 - приводной вал золотников;
 - 16 - подшипники вала 15;
 - 17 - шкив вала 15;
 - 18 - золотниковый клапан камеры впуска правый;
 - 19 - золотниковый клапан камеры впуска левый;
 - 20 - золотниковый клапан камеры выпуска правый;
 - 21 - золотниковый клапан камеры выпуска левый;
 - 22 - выпускное окно золотника 18;
 - 23 - выпускное окно золотника 19;
 - 24 - впускное окно золотника 20;
 - 25 - впускное окно золотника 21;
 - 26 - прижимное седло золотника 18;
 - 27 - окно седла 26;
 - 28 - прижимное седло золотника 19;
 - 29 - окно седла 28;
 - 30 - прижимное седло золотника 20;
 - 31 - окно седла 30;
 - 32 - прижимное седло золотника 21;
 - 33 - окно седла 32;
 - 34 - упругая поджимная подушка седел;
 - 35 - перепускной канал из камеры 11 в полость 6;
 - 36 - перепускной канал из полости 6 в камеру 12;
 - 37 - перепускной канал из камеры 11 в полость 5;
 - 38 - перепускной канал из полости 5 в камеру 12;
 - 39 - свеча зажигания или форсунка;
 - 40 - нагнетатель;
 - 41 - впускное окно камеры 11;
 - 42 - выпускное окно камеры 12;
 - 43 - коленвал двигателя;
 - 44 - кривошип;
 - 46 - маслозаполненный картер механизма движения.
- Двухтактный двигатель по описываемому

варианту содержит два смежных независимых друг от друга рабочих цилиндров, каждый из которых имеет свои впускные и выпускные окна, а их поршни совершают встречное движение и работают в противофазе по отношению друг к другу. При такой работе цилиндров появляется возможность иметь на два цилиндра одну камеру впуска и одну камеру выпуска. Двигатель может быть многоцилиндровым с четным количеством цилиндров, из которых каждые два смежных цилиндра имеют поршни, совершающие встречное движение. Принцип работы такого многоцилиндрового двигателя не будет отличаться от двигателя, имеющего два смежных цилиндра с поршнями, совершающими встречное движение, а поэтому принцип работы достаточно рассмотреть на примере двухцилиндрового двигателя.

Двигатель содержит левый рабочий цилиндр 1 и правый рабочий цилиндр 2, в которых перемещаются поршни 3 и 4. Каждый поршень связан со своим кривошипом 44. За счет смещения кривошипов поршней 3 и 4 по отношению друг к другу на 180° по углу поворота вала поршни 3 и 4 совершают встречное движение и работают в противофазе друг к другу. Над поршнем 3 образована полость цилиндра 5, а над поршнем 4 - полость цилиндра 6. Цилиндр 2 имеет впускное окно 9 и выпускное окно 10. Цилиндр 1 имеет впускное окно 7 и выпускное окно 8. Цилиндры работают независимо друг от друга и каждый из них имеет свою свечу зажигания или форсунку для впрыска топлива 39 (в разрезе левого цилиндра свеча не показана).

Над цилиндром 2 установлена камера впуска 11, а над цилиндром 1 установлена камера выпуска 12. Камеры 11 и 12 изолированы друг от друга и разделены между собой перегородкой 13. В камере впуска 11 размещены два золотника 18 и 19, а в камере выпуска размещены два золотника 20 и 21. Золотники имеют привод по вращению от вала 15, который с помощью шкива 17 связан по вращению с валом двигателя 43. Передаточное отношение по вращению от вала двигателя к валу привода золотников для двухтактного двигателя, компрессора и насоса устанавливается один к одному, а для четырехтактного двигателя два к одному. Вариант двигателя на фиг. 6 и 7 отличается от варианта двигателя на фиг.1 тем, что в камере впуска и камере выпуска размещены по два золотника. В этом случае в камере впуска и камере выпуска каждый золотник работает на свой цилиндр.

Для удобства рассмотрения на фиг.6 зафиксирован момент, когда поршень левого цилиндра находится в ВМТ, а на фиг.7 после поворота вала двигателя на 180° поршень левого цилиндра переходит в НМТ. Эти два положения поршней позволяют рассмотреть основные фазы работы двухтактного двигателя.

Принцип работы двигателя по описываемому варианту заключается в следующем.

При положении поршня 4 в НМТ (фиг.6) видно, что закончился рабочий ход поршня 4 и сгоревший газ из полости 6 через выпускное окно 10, перепускной канал 36, окно 31 и окно 24 поступает в камеру выпуска, а затем

через окно 42 в атмосферу. Одновременно или с запаздыванием в зависимости от расположения окон 22 на цилиндрической поверхности золотника 18 и окон 24 на цилиндрической поверхности золотника 20 (см. фиг.3 диаграмму фаз газораспределения) газ от нагнетателя 40 через окно 41, окно 22, окно 27 и окно 9 поступает в полость 6 и выталкивает остатки сгоревших газов, т.е. идет продувка и заполнение цилиндра 2 свежим газом. Затем, когда поршень 4 пошел к ВМТ, при повороте золотников 18 и 20 окна 31 и 27 закрываются. В цилиндре 2 начинается сжатие газа, а в цилиндре 1 после загорания смеси газ расширяется, и поршень 3 начинает свой рабочий ход. После подхода поршня 3 к НМТ (фиг. 7) начинается продувка и заполнение цилиндра 1 так же, как это происходило в цилиндре 2. Т.е. цикл работы цилиндра 1 и 2 чередуется через 180° угла поворота вала.

Во всех вариантах выполнения для обеспечения герметичности закрытия впускных и выпускных окон 9, 10, 7 и 8 цилиндров 1 и 2 в конструкции газового тракта от окон до золотников предусмотрена термостойкая упругая поджимная прокладка 34, которая установлена под седлами 32, 30, 28 и 26. В результате эти седла постоянно поджимаются к золотникам 20, 21, 19 и 18 и компенсируют возможный износ седел.

Предполагается, что кольцевые седла, контактирующие с цилиндрической поверхностью золотников, выполнены из термостойкого антифрикционного материала типа ф4к20, который не требует для своей работы в узлах трения дополнительной смазки. Для уменьшения износа седел и облегчения их работы окна золотников могут быть выполнены не сплошными, а в виде сетки или с перегородками, что легко выполнить при использовании современных технологий изготовления, например с применением лазерной прошивки металла. В вариантах, показанных на фиг.1, 6 и 7, рассмотрен принцип работы двухтактного двигателя, но конструктивно при соответствующем расположении окон 24, 25, 23 и 22 на цилиндрической поверхности золотников по углу поворота вала предлагаемая поршневая машина может работать и как четырехтактный двигатель, компрессор для сжатия и отсоса газа или насос для перекачки жидкости.

Преимущество использования золотников заключается в том, что они имеют цилиндрическую форму и при вращении вала не испытывают инерционных нагрузок, контакт окон золотников с окнами седел осуществляется без динамических нагрузок, возможный износ седел компенсируется за счет постоянного поджатия седел к золотникам упругими подкладками, которые стоят под седлами. Работа распределительных устройства происходит абсолютно бесшумно и не требуются какие-либо регулировки зазоров в процессе эксплуатации. В таком исполнении поршневая машина может работать с повышенной скоростью вращения, что позволяет значительно снизить массу поршневой машины при заданных параметрах мощности или производительности. Могут быть повышены экономические параметры поршневой машины, т.к. можно увеличить

проходные сечения впускных и выпускных окон, что не вызывает никаких динамических и инерционных нагрузок на механизм газораспределения. В отличие от кулачкового принципа открытия клапанов подъемного действия окна раскрываются сразу на всю проходную площадь.

Если сравнивать поршневую машину в варианте компрессора по сравнению с компрессорами, имеющими самодействующие клапаны, испытывающие большие динамические нагрузки, поршневая машина, не имеющая самодействующих клапанов, может иметь скорость вращения на порядок выше, чем существующие компрессоры и по удельной массе на единицу производительности может конкурировать с винтовыми и центробежными клапанами, т.к. значительно экономичнее из-за отсутствия расчетных газовых зазоров и уменьшения утечек газа в обратном направлении, а также имеет меньшую стоимость изготовления. В результате винтовые и центробежные компрессоры по сравнению с предлагаемой конструкцией поршневого компрессора теряют свое основное преимущество - это отсутствие самодействующих клапанов.

В качестве ближайшего аналога по варианту, описанному в пунктах 4-7 для поршневой машины, используемой как двухтактный двигатель внутреннего сгорания (ДДВС), может рассматриваться ДДВС по патенту РФ [1].

Недостатки прототипа заключаются в следующем:

- впускные и выпускные окна расположены на стенке цилиндра в его нижней части и периодически перекрываются поршнем при его движении. В результате возможен унос картерного масла через окна. Для уменьшения уноса картерного масла увеличивают длину поршней и цилиндров, а на поршне в его нижней части устанавливают дополнительные поршневые кольца;

- при движении поршня его поршневые кольца перебегают окна. В результате повышается износ поршневых колец и требуется их специальная фиксация на поршне от проворачивания, чтобы замки поршневых колец не совпали с окнами. Прохождение замков поршневых колец через окна может вызвать поломку поршневых колец.

Такой двигатель - прототип, так же как и заявляемая конструкция поршневой машины для использования в качестве двухтактного двигателя внутреннего сгорания, содержит рабочий цилиндр с впускными и выпускными окнами.

Задачей изобретения в части второго варианта дополнительно является также отказ от размещения впускных и выпускных окон в нижней части стенки цилиндра. В результате повышается надежность двигателя и улучшаются его экономические параметры.

Сущность поршневой машины по пунктам 4-7 формулы изобретения поясняется на фиг. 8, 9, 10, которые имеют следующий перечень позиций:

Вариант по пунктам 4, 5 и 7

- 1 - рабочий цилиндр левый;
- 2 - рабочий цилиндр правый;
- 3 - поршень цилиндра 1;
- 4 - поршень цилиндра 2;

- 5 - полость цилиндра 1;
- 6 - полость цилиндра 2;
- 7 - впускное окно цилиндра 2;
- 8 - выпускное окно цилиндра 1;
- 9 - канал, сообщающий полости 5 и 6;
- 10 - свеча зажигания или форсунка;
- 11 - разделяющая перегородка;
- 12 - камера впуска;
- 13 - камера выпуска;
- 14 - направляющий цилиндр (золотник) камеры 12;
- 15 - направляющий цилиндр камеры 13;
- 16 - стакан (золотник) цилиндра 14;
- 17 - стакан цилиндра 15;
- 18 - нагнетатель;
- 19 - впускное окно камеры 12;
- 20 - выпускное окно камеры 13;
- 21 - впускное окно направляющего цилиндра 15 камеры выпуска;
- 22 - выпускное окно направляющего цилиндра 14 камеры впуска;
- 23 - впускное окно стакана 17;
- 24 - выпускное окно стакана 16;
- 25 - перепускной канал из камеры 12 в полость 6;
- 26 - перепускной канал из полости 5 в камеру 13;
- 27 - шток, соединяющий поршень и стакан;
- 28 - коленвал двигателя;
- 29 - кривошип;
- 30 - маслозаполненный картер механизма движения.

На фиг. 8 изображен двигатель по пунктам формулы 4, 5 и 7, имеющий минимум два смежных взаимосвязанных рабочих цилиндра с общей камерой сгорания, у которых один цилиндр имеет впускные окна, а другой цилиндр имеет выпускные окна. Поршни цилиндров совершают движение в одном направлении, и каждый из них связан со своим кривошипом. При отклонении кривошипов между собой на угол α по направлению вращения вала может быть обеспечено опережение открытия и закрытия выпускных окон по отношению к впускным окнам за счет опережения движения по направлению вращения поршня цилиндра с выпускными окнами. Для продувки и заполнения цилиндров использован внешний источник наддува, например турбонагнетатель. Принцип работы многоцилиндрового двигателя с четным количеством цилиндров не будет отличаться от двигателя, имеющего два смежных взаимосвязанных цилиндра, а поэтому для рассмотрения предложен двухцилиндровый двигатель.

Двигатель, показанный на фиг. 8, имеет два смежных взаимосвязанных цилиндра 1 и 2, в которых перемешаются поршни 3 и 4, связанные с кривошипами 29. Над поршнями 3 и 4 образованы полости 5 и 6 рабочих цилиндров, которые соединены между собой каналом 9. Цилиндр 2 имеет впускные окна 7, а цилиндр 1 имеет выпускные окна 8. Цилиндры 1 и 2 можно рассматривать как один сдвоенный цилиндр, который имеет общую камеру сгорания и одну на два цилиндра свечу зажигания или форсунку для впрыска топлива 10. Над цилиндрами 1 и 2 через разделяющую перегородку 11 установлены камера впуска, которая имеет впускное окно 19, и изолированная от камеры впуска 12 камера выпуска 13, которая имеет выпускное окно 20. К впускному окну 19

камеры впуска 12 подключен нагнетатель 19. Камера впуска имеет выпускное окно 22, которое с помощью перепускного канала 25 соединяется с полостью 6 цилиндра 2, а камера выпуска имеет впускное окно 21, которое с помощью перепускного канала 26 соединяется с полостью 5 цилиндра 1. Внутри камер впуска и выпуска перемещаются заслонки 16 и 17, которые с помощью штоков 27 по перемещению связаны с поршнями цилиндров. Заслонки 16 и 17 служат для перекрытия окон 21 и 22 и выполнены, например, в виде полых золотников круглого или прямоугольного сечения, которые контактируют с направляющими стенками 14 и 15 камеры впуска и выпуска. В верхней части заслонок в осевом направлении выполнены окна 23 и 24, которые при положении поршней в НМТ совпадают с окнами 21 и 22. При движении поршней к ВМТ окна 21 и 22 перекрываются заслонками. Уплотнение между окнами 21 и 22 и поверхностью заслонок 16 и 17 в момент перекрытия окон 21 и 22 достигается, например, за счет специального упругого уплотнения, которое выполнено на направляющих стенках 14 и 15.

Стадии рабочего цикла двухтактного двигателя зависят от положения поршней по отношению к ВМТ и НМТ. На фиг. 8 показана стадия рабочего цикла, когда поршни 3 и 4 находятся в НМТ.

Принцип работы двигателя заключается в следующем.

При положении поршня в НМТ окна 21 и 23, а также окна 22 и 24 совмещены. Это значит, что закончился выпуск сгоревших газов из полостей 5 и 6. Выпуск газа происходит в следующей последовательности. Сначала из полости 6 через канал 9. Затем из полости 5 через окно 8, перепускной канал 26, окна 21 и 23, камеру выпуска и далее через окно 20 в атмосферу.

Одновременно идет последовательная продувка рабочих полостей цилиндра в направлении - газ поступает от нагнетателя 18, через окно 19, окна 24 и 23, перепускной канал 25, окно 7, полость 6 канал 9, полость 5, окно 8, перепускной канал 26, окна 21 и 23, камеру выпуска и далее через окно 20 в атмосферу.

Продувка и заполнение полостей 5 и 6 продолжается и при начале движения поршней к ВМТ, пока не перекроются окна 21 и 22. За счет смещения кривошипов по углу поворота вала можно обеспечить опережение открытия и закрытия выпускного окна 21 по отношению к впускному окну 22.

Тогда, после закрытия окна 21 заполнение полостей будет продолжаться через еще открытое окно 22, что создаст условия для заполнения рабочих полостей с избыточным давлением, которое может обеспечить нагнетатель 18. После закрытия окон 21 и 22 в результате движения поршней 3 и 4 к ВМТ в полостях 5 и 6 начинается сжатие. При подходе поршней к ВМТ происходит зажигание смеси от свечи 10 или самовоспламенение смеси после впрыска топлива через форсунку (дизельный вариант). Газ расширяется, начинается рабочий ход поршней, и последние движутся к НМТ. При открытии окна 21 происходит выпуск сгоревших газов, продувка и заполнение

полостей 5 и 6 через окно 22, и процесс повторяется каждый газ при повороте вала двигателя на 360°.

Сущность варианта выполнения поршневой машины по пунктам 4, 6 и 7 поясняется на фиг. 9 и 10, которые имеют следующий перечень позиций:

- 1 - рабочий цилиндр левый;
 - 2 - рабочий цилиндр правый;
 - 3 - поршень цилиндра 1;
 - 4 - поршень цилиндра 2;
 - 5 - полость цилиндра 1;
 - 6 - полость цилиндра 2;
 - 7 - впускное окно цилиндра 2;
 - 8 - выпускное окно цилиндра 2 ;
 - 9 - впускное окно цилиндра 1;
 - 10 - выпускное окно цилиндра 1;
 - 11 - свеча зажигания или форсунка;
 - 12 - разделяющая перегородка;
 - 13 - камера впуска;
 - 14 - камера выпуска;
 - 15 - направляющий цилиндр камеры впуска;
 - 16 - направляющий цилиндр камеры выпуска;
 - 17 - стакан (золотник камеры впуска);
 - 18 - стакан камеры выпуска;
 - 19 - впускное окно камеры впуска;
 - 20 - выпускное окно камеры выпуска;
 - 21 - впускное окно камеры выпуска левое;
 - 22 - впускное окно камеры выпуска правое;
 - 23 - выпускное окно камеры впуска левое;
 - 24 - выпускное окно камеры впуска правое;
 - 25 - окно верхнее стакана 17;
 - 26 - окно нижнее стакана 17;
 - 27 - окно верхнее стакана 18;
 - 28 - окно нижнее стакана 18;
 - 29 - перепускной канал из камеры впуска в полость 6;
 - 30 - перепускной канал из полости 6 в камеру выпуска;
 - 31 - перепускной канал из камеры впуска в полость 5;
 - 32 - перепускной канал из полости 5 в камеру выпуска;
 - 33 - шток, соединяющий поршень и стакан;
 - 34 - коленвал двигателя;
 - 35 - кривошип левый;
 - 36 - кривошип правый;
 - 37 - маслозаполненный картер механизма движения;
 - 38 - нагнетатель.
- На фиг. 9 и 10 изображен двухтактный двигатель по пунктам 4, 6 и 7, содержащий два смежных независимых рабочих цилиндра, каждый из которых имеет свои впускные и выпускные окна, а их поршни совершают встречное движение и работают в противофазе по отношению друг к другу. Поршни с помощью штоков соединены с заслонками, которые перемещаются в камере впуска и выпуска и перекрывают окна каналов, которые подведены к впускным и выпускным окнам цилиндров, двигатель может быть многоцилиндровым с четным количеством цилиндров, из которых каждые два смежных цилиндра имеют поршни, совершающие встречное движение.
- Принцип работы такого многоцилиндрового двигателя не будет отличаться от двигателя, имеющего два смежных цилиндра с поршнями, совершающими встречное движение, а поэтому принцип работы двигателя достаточно рассмотреть на примере

двухцилиндрового двигателя.

Двигатель на фиг. 9 и 10 содержит левый рабочий цилиндр 1 и правый рабочий цилиндр 2, в которых перемещаются поршни 3 и 4. Каждый поршень связан со своим кривошипом 35 и 36. За счет смещения кривошипов поршней 3 и 4 по отношению друг к другу на 180° по углу поворота вала поршни 3 и 4 совершает встречное движение и работают в противофазе друг к другу. Над поршнем 3 образована полость цилиндра 5, а над поршнем 4 образована полость цилиндра 6. Цилиндр 2 имеет впускное окно 7 и выпускное окно 8. Цилиндр 1 имеет впускное окно 9 и выпускное окно 10. Цилиндры 1 и 2 работают независимо друг от друга, и каждый из них имеет свою свечу зажигания или форсунку для впрыска топлива 11. Над цилиндрами 1 и 2 через разделяющую перегородку 12 установлены камера впуска 13, которая имеет впускное окно 19, и изолированная от камеры впуска 13 камера выпуска 14, которая имеет выпускное окно 20. К впускному окну 19 камеры впуска 13 подключен нагнетатель 38. Камера впуска имеет выпускное окно 24, которое с помощью перепускного канала 29 соединяется с полостью 6 цилиндра 2, а камера выпуска имеет впускное окно 21, которое с помощью перепускного канала 32 соединяется с полостью 5 цилиндра 1. Внутри камер впуска и выпуска перемещаются заслонки 17 и 18, которые с помощью штоков 33 по перемещению связаны с поршнями цилиндров. Заслонки 17 и 18 служат для перекрытия окон 21 и 24 и выполнены, например, в виде золотников круглого или прямоугольного сечения, которые контактируют с направляющими стенками 15 и 16 камеры впуска и выпуска. В верхней части заслонок в осевом направлении выполнены окна 25 и 27, которые при положении поршней в НМТ совпадают с окнами 21 и 24. При движении поршней к ВМТ окна 21 и 24 перекрываются заслонками. Уплотнение между окнами 17 и 24 и поверхностью заслонок 17 и 18 в момент перекрытия окон 21 и 24 достигается, например, за счет специального упругого поджимного уплотнения, которое выполнено на направляющих стенках 15 и 16.

Стадии рабочего цикла двухтактного двигателя зависят от положения поршней по отношению к ВМТ и НМТ. На фиг. 9 показана стадия рабочего цикла, когда поршень 3 находится в ВМТ, а поршень 4 в НМТ.

Принцип работы двигателя заключается в следующем.

При положении поршня 4 в НМТ окна 21 и 27, а также окна 25 и 24 совмещаются. Это значит, что закончился выпуск сгоревших газов из полости 6. Выпуск газа происходит в следующей последовательности. Через окно 8, перепускной канал 30, окно 22 и окно 28 в камеру выпуска 14 и далее через окно 20 в атмосферу. Одновременно идет продувка полости 6 в направлении - газ поступает от нагнетателя 38 через окно 19, окна 25 и 24, перепускной канал 29, окно 7, полость 6, окно 8, перепускной канал 30, окна 22 и 28, камеру выпуска и далее в атмосферу. Продувка и заполнение полости 6 продолжаются и при начале движения поршня 4 к ВМТ, пока не перекроются окна 22 и 24. За счет смещения кривошипов поршней

по углу поворота вала можно обеспечить опережение открытия и закрытия окна 22 по отношению к окну 24. Тогда после закрытия окна 21 заполнение полости 6 будет продолжаться через еще открытое окно 24, что создаст условия для заполнения полости 6 с избыточным давлением, которое может обеспечить нагнетатель 38. После закрытия окон 22 и 24 в результате движения поршня 4 к ВМТ в полости 6 начинается сжатие.

Пока поршень 4 идет вверх на сжатие, поршень 3 совершает рабочий ход в результате расширения газа после его зажигания в полости 5.

При подходе поршня 4 к ВМТ происходит зажигание смеси в полости 6, газ расширяется и начинается рабочий ход поршня 4. В этот момент поршень 3 находится в НМТ и в цилиндре 1 происходит продувка и заполнение полости 5 свежим газом. Таким образом, циклы в цилиндрах 1 и 2 повторяются, и рабочий ход каждого поршня происходит через 360° угла поворота вала, а рабочие ходы поршней в двухцилиндровом двухтактном двигателе, отраженном на фиг. 9 и 10, повторяются через 180° угла поворота вала.

ДДВС в таком исполнении будет иметь высокую надежность, т.к. имеет маслозаполненный картер механизма движения и высокую экономичность, т.к. при использовании впрыска топлива непосредственно в цилиндр после закрытия впускных и выпускных окон исключаются потери топлива через окна. Кроме того, исключаются потери и вынос картерного масла через окна цилиндра, т.к. окна находятся в верхней части цилиндра и не перекрываются поршнем, т.е. условия работы по смазке такие же, как в четырехтактном двигателе.

В качестве ближайшего прототипа для поршневой машины, используемой как двухтактный двигатель внутреннего сгорания и описанной в пункте 8 формулы изобретения, может рассматриваться конструкция двухрядного ДДВС по патенту РФ [1].

Недостатком ближайшего прототипа является то, что в вариантах 1, 3, 4 и 5 прототипа впускные и выпускные окна рабочих цилиндров ДДВС находятся в нижних частях цилиндров над поршнем при его положении в нижней мертвой точке (см. фиг. 1, 3, 5, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 и 23 прототипа). Такое расположение окон влечет за собой необходимость увеличения длины цилиндров и поршнем для перекрытия окон при положении поршней в верхней мертвой точке. В противном случае возникает вероятность выноса масла из картера двигателя в выпускные окна и попадания топлива в картер двигателя через впускные окна, кроме того, по этой же причине необходимо размещать дополнительные поршневые кольца на нижней части юбки поршня.

Как и прототип, предлагаемый вариант ДДВС содержит рабочие цилиндры, расположенные через разделяющую перегородку один над другим, у которых поршни цилиндров первого ряда связаны штоками с поршнями цилиндров второго ряда, а рабочий цилиндр выполнен сдвоенным и имеет впускные и выпускные окна и общую камеру сгорания, сообщающую его рабочие

полости, которые расположены по обе стороны перегородки.

Задачей изобретения в части третьего варианта дополнительно является упрощение конструкции двигателя и снижение его удельной массы на единицу мощности, а также повышение экономичности и уменьшение расхода картерного масла.

При выполнении по третьему варианту двухрядный ДДВС имеет минимум две смежных спарки поршней, каждая из которых имеет два поршня, связанных штоком.

При этом цилиндры первого ряда отделены от цилиндров второго ряда перегородкой. Во втором ряду рабочий цилиндр одной спарки поршней имеет впускные окна, а рабочий цилиндр второго ряда другой спарки поршней имеет выпускные окна. ДДВС может быть многоцилиндровым, но тогда должен иметь четное количество спарок поршней.

Для лучшего заполнения рабочих цилиндров кривошип поршня цилиндра с выпускным окном может иметь отклонение по углу поворота вала в направлении вращения от кривошипа поршня цилиндра с впускным окном.

В результате обеспечивается опережение открытия и закрытия выпускных окон по отношению к впускным окнам. Каждая спарка поршней связана со своим кривошипом и в зависимости от расположения кривошипов по отношению друг к другу по углу поворота вала может совершать движение в одном или встречном направлении.

Изложенная сущность поршневой машины по пункту 8 формулы изобретения в вариантах исполнения 1, 2, 3 и 4 поясняется на фиг.11-15, которые имеют следующий перечень позиций:

Исполнение 1, фиг.11 и 12

- 1 - рабочий цилиндр левый первого ряда;
- 2 - рабочий цилиндр правый первого ряда;
- 3 - поршень цилиндра 1;
- 4 - поршень цилиндра 2;
- 5 - полость рабочего цилиндра 1;
- 6 - полость рабочего цилиндра 2;
- 7 - впускное окно полости 5;
- 8 - выпускное окно полости 5;
- 9 - впускное окно полости 6;
- 10 - выпускное окно полости 6;
- 11 - разделяющая перегородка;
- 12 - рабочий цилиндр двухстороннего действия второго ряда левый;
- 13 - рабочий цилиндр двухстороннего действия второго ряда правый;
- 14 - поршень цилиндра 12;
- 15 - поршень цилиндра 13;
- 16 - полость рабочего цилиндра 12 над поршнем;
- 17 - полость рабочего цилиндра 12 под поршнем;
- 18 - полость рабочего цилиндра 13 над поршнем;
- 19 - полость рабочего цилиндра 13 под поршнем;
- 20 - впускное окно полости 16;
- 21 - выпускное окно полости 16;
- 22 - впускное окно полости 17;
- 23 - выпускное окно полости 17;
- 24 - перепускной канал, соединяющий полости 6 и 17;
- 25 - перепускной канал, соединяющий полости 5 и 16;
- 26 - впускное окно полости 18;

- 27 - выпускное окно полости 18;
- 28 - впускное окно полости 19;
- 29 - выпускное окно полости 19;
- 30 - перепускной канал, соединяющий полости 19 и 5;
- 31 - перепускной канал, соединяющий полости 18 и 6;
- 32 - коленвал двигателя (механизм движения поршней);
- 33 - кривошип левый;
- 34 - кривошип правый;
- 35 - штоки, соединяющие спарки поршней;
- 36 - свеча зажигания или форсунка;
- 37 - нагнетатель;
- 38 - маслозаполненный картер механизма движения.

На фиг. 11 и 12 изображен двухрядный двигатель в исполнении 1, имеющий минимум две спарки поршней, каждая из которых имеет поршни, связанные между собой штоками и соединена со своим кривошипом.

Кривошипы каждых двух пар поршней имеет отклонения между собой по углу поворота вала на 180° или $180+\alpha^\circ$ и обеспечивают встречное движение пар поршней и работы их цилиндров в противофазе по отношению друг к другу. При отклонении кривошипов между собой на угол $180+\alpha^\circ$ обеспечивается опережение открытия и закрытия выпускных окон цилиндра 12 по отношению к впускным окнам цилиндра 13.

Принцип работы двухрядного многоцилиндрового двигателя с четным количеством пар поршней (больше двух) не будет отличаться от двухрядного двигателя, имеющего две взаимосвязанные пары поршней, а поэтому для рассмотрения предложен двигатель с двумя парами поршней.

Принцип работы такого двигателя можно рассматривать по стадиям рабочего цикла в зависимости от положения поршней по отношению к нижней мертвой точке (НМТ) и к верхней мертвой точке (ВМТ) в интервале от 0° до 360° угла поворота вала, т.к. в этом интервале совершается полный рабочий цикл двухтактного двигателя в два такта, чередующихся через 180° .

На фиг.11 и 12 показан вариант исполнения 1, когда все цилиндры являются рабочими, а продувка всех полостей цилиндров осуществляется от постороннего источника, например от нагнетателя.

На фиг. 11 показана стадия рабочего цикла, когда поршни 3 и 14 левой спарки поршней подходят к ВМТ, а поршни 15 и 4 правой пары поршней подходят к НМТ. На фиг.12 показана стадия рабочего цикла, когда поршни левой и правой спарки поршней меняются местами после поворота вала двигателя на 180° .

У двигателя на фиг.11 и 12 в первом ряду находятся цилиндры 1 и 2 одностороннего действия, а во втором ряду находятся цилиндры 12 и 13 двухстороннего действия. Над поршнями 3 и 4 первого ряда цилиндров, а также над и под поршнями 14 и 15 второго ряда цилиндров образованы полости рабочих цилиндров, которые имеют впускные и выпускные окна.

Для продувки и наддува всех полостей рабочих цилиндров используется нагнетатель 37. Рабочий цилиндр полости 18 (фиг.11) имеет впускные окна 26 и выпускные окна 27.

Рабочий цилиндр 2 полости 6 имеет впускные окна 9 и выпускные окна 10. Рабочий цилиндр полости 17 имеет впускные окна 22 и выпускные окна 23. Полости 18 и 6 рабочих цилиндров соединены между собой перепускным каналом 31, а полости 6 и 17 соединены перепускным каналом 24. В результате 3 полости 18, 6 и 17 сообщаются между собой и имеют общую камеру сгорания, а рабочие цилиндры этих полостей являются строенными. При этом полость 6 рабочего цилиндра 2 первого ряда оказывается проточной и расположена между полостями 18 и 17, которые от полости 6 находятся во втором ряду по другую сторону перегородки 11.

Рабочий цилиндр 13 полости 19 (фиг.12) имеет впускные окна 28 и выпускные окна 29. Рабочий цилиндр 1 полости 5 имеет впускные окна 7 и выпускные окна 8. Рабочий цилиндр 12 полости 16 имеет впускные окна 20 и выпускные окна 21. Полости 19 и 5 соединены между собой перепускным каналом 30, а полости 5 и 16 соединены между собой перепускным каналом 25. В результате три полости 19, 5 и 16 сообщаются между собой и имеют общую камеру сгорания, а рабочие цилиндры этих полостей являются строенными. При этом полость 5 рабочего цилиндра 1 первого ряда, так же как и полость 6, оказывается проточной, т.к. расположена между полостями 19 и 16, которые от полости 5 находится по другую сторону перегородки. Строенные рабочие цилиндры оснащены свечами зажигания или форсунками для впрыска топлива 36.

Отличительной особенностью ДДВС по п. 8 формулы изобретения в исполнении 1 по сравнению с ближайшим прототипом (1) является то, что участвующие в работе рабочие цилиндры являются не сдвоенными, а строенными. При этом полости рабочих цилиндров первого ряда являются проточными, а их впускные и выпускные окна находятся в верхней части цилиндров и не перекрываются поршнем. Такое расположение окон у цилиндров первого ряда позволяет отказаться от увеличения длины поршней и цилиндров, а также исключает вынос масла из картера двигателя, что имеет место при расположении окон над поршнем при его положении в НМТ, как у прототипа. В результате упрощается конструкция ДДВС, повышается его надежность и снижается удельная масса, отнесенная на единицу мощности, а также повышается экологическая частота выхлопных газов и уменьшается расход картерного масла.

Принцип работы ДДВС в данном исполнении заключается в следующем.

На фиг. 11 зафиксирован момент, когда в строенном рабочем цилиндре, содержащем соединенные между собой полости 18, 6 и 17, заканчивается рабочий ход поршней 15, 4 и 14 и последние подошли к НМТ. Соответственно заканчивается выпуск сгоревших газов через окна 23.

Одновременно идет последовательная продувка полостей 18, 6 и 17 свежим газом от нагнетателя 37. В начале газ поступает от нагнетателя 37 к впускным окнам 26, заполняет полость 18 и через перепускной канал 31 поступает в полость 6 и затем через перепускной канал 24 поступает в полость 17. К моменту окончания продувки полостей 18, 6

и 17 выпускные окна 23 закрываются, а выпускные окна 26 еще открыты.

В результате в полостях 18, 6 и 17 создается избыточное давление, которое может создать нагнетатель 37. В это же время происходит зажигание топливной смеси над поршнями 3 и 14 и под поршнем 15. Газ расширяется и происходит рабочий ход поршней в строенном цилиндре, имеющем соединенные между собой полости 5, 16 и 19. В результате поршни 3 и 14 левой спарки совершают рабочий ход и движутся вниз к НМТ, а поршень 15 правой спарки совершает рабочий ход и движется вверх к ВМТ.

Сначала открываются окна 21 (см. фиг.12) и происходит выпуск сгоревших газов. Затем начинают открываться впускные окна 28 и происходит продувка полостей 19, 5 и 16. После закрытия окон 21 окна 28 еще открыты в полостях 19, 5 и 16 и давление растет выше атмосферного до величины избыточного давления, создаваемого нагнетателем 37.

Далее опять происходит загорание топливной смеси уже под поршнем 14 и над поршнями 15 и 4. Левая спарка поршней идет вверх к ВМТ, а правая спарка поршней идет вниз к НМТ, и процесс повторяется. Такой двухрядный ДДВС будет иметь удельную массу на единицу мощности, в четыре и более раз меньшую, чем однорядный четырехтактный двигатель такой же мощности.

Исполнение 2, фиг.13

1 - сдвоенный рабочий цилиндр одностороннего действия первого ряда;
 2 - поршни цилиндра 1;
 3 - полость цилиндра 1 левая;
 4 - полость цилиндра 1 правая;
 5 - впускное окно цилиндра 1;
 6 - выпускное окно цилиндра 1;
 7 - цилиндр двухстороннего действия второго ряда левый;
 8 - цилиндр двухстороннего действия второго ряда правый;
 9 - поршень цилиндра 7;
 10 - поршень цилиндра 8;
 11 - полость рабочего цилиндра 7 над поршнем 9;
 12 - полость рабочего цилиндра 7 под поршнем 9;
 13 - полость рабочего цилиндра 8 над поршнем 10;
 14 - полость рабочего цилиндра 8 под поршнем 10;
 15 - впускное окно полости 11;
 16 - выпускное окно полости 11;
 17 - впускное окно полости 13;
 18 - выпускное окно полости 13;
 19 - впускное окно полости 14;
 20 - выпускное окно полости 12;
 21 - перепускной канал, соединяющий полость 13 с полостью 4;
 22 - канал, соединяющий полость 4 с полостью 3;
 23 - перепускной канал, соединяющий полость 3 с полостью 11;
 24 - канал, соединяющий полости 14 и 12;
 25 - свеча зажигания или форсунка;
 26 - нагнетатель;
 27 - канал подвода газа от нагнетателя к полостям 13 и 14;
 28 - коленвал двигателя (механизм движения поршней);
 29 - кривошип левый;
 30 - кривошип правый;

31 - шатуны;
32 - штоки, соединяющие спарки поршней;
33 - маслозаполненный картер механизма движения;

34 - разделяющая перегородка.

На фиг. 13 изобретен двухрядный двигатель по пункту 8 формулы изобретения в исполнении 2, имеющий движущиеся в одном направлении минимум две смежные взаимосвязанные пары поршней, каждая из которых имеет два поршня, связанных между собой штоком, и соединена со своим кривошипом. Кривошипы каждых двух смежных пар поршней имеют отклонение между собой по углу поворота вала и обеспечивают опережение открытия и закрытия выпускных окон цилиндра 7 по отношению к впускным окнам цилиндра 8.

Принцип работы двухрядного многоцилиндрового двигателя с четным количеством смежных пар поршней (больше двух) не будет отличаться от двухрядного двигателя, имеющего две взаимосвязанные смежные пары поршней, а поэтому для рассмотрения предложен двигатель с двумя парами поршней.

На фиг.13 показан вариант исполнения 2, когда все цилиндры являются рабочими, их поршни движутся в одном направлении, а продувка всех полостей цилиндров осуществляется от постороннего источника, например нагнетателя.

У двигателя на фиг.13 в первом ряду находится сдвоенный цилиндр 1 одностороннего действия, состоящий из двух цилиндров 1 и двух поршней 2.

Над левым поршнем 2 образована полость 3, а над правым поршнем 2 образована полость 4. Полости 3 и 4 соединены между собой каналом 22. Соединенные между собой цилиндры 1 имеют общую камеру сгорания и могут рассматриваться как один сдвоенный цилиндр. Сдвоенный цилиндр 1 имеет впускное окно 5 и выпускное окно 6. Над цилиндром 1 через разделяющую перегородку 34 установлены цилиндры двухстороннего действия 7 и 8, имеющие соответственно поршни 9 и 10. Поршни 9 и 10 второго ряда связаны штоками 32 с поршнями 2 первого ряда. Над поршнями 9 и 10 образованы полости 11 и 13. Под поршнями 9 и 10 образованы полости 12 и 14. Все цилиндры 1, 7 и 8 и все полости 3, 4, 11 и 13 являются рабочими. Для продувки и наддува всех полостей рабочих цилиндров используется нагнетатель 26. Рабочий цилиндр полости 13 имеет впускные окна 17 и выпускные окна 18. Рабочий цилиндр полости 11 имеет впускные окна 15 и выпускные окна 16. Полости 12 и 14 соединены каналом 24 и образуют сдвоенный цилиндр. Этот сдвоенный цилиндр имеет впускные окна 19 и выпускные окна 20. Полость 4 соединена с полостью 13 перепускным каналом 21, а полость 3 соединена с полостью 11 перепускным каналом 23.

В результате полости 13, 4, 3 и 11 сообщаются между собой и имеют общую камеру сгорания, а рабочие цилиндры этих полостей образуют суммарный цилиндр, состоящий из 4-х цилиндров. При этом полости 4 и 3 являются проточными и расположены между полостями 13 и 11, которые находятся во втором ряду по другую

сторону перегородки 34.

Сдвоенный цилиндр, состоящий из 2-х полостей 12 и 14 и суммарный цилиндр, состоящий из 4-х полостей 13, 4, 3 и 11 имеют каждый свою свечу зажигания или форсунку для впрыска топлива 25.

Отличительной особенностью ДДВС по п. 8 формулы изобретения исполнения 2 по сравнению с ближайшим прототипом (I), также как и по исполнению 1, является то, что часть рабочих цилиндров является не сдвоенной, а суммарный цилиндр имеет количество цилиндров больше 2-х. В рассмотренном случае по исполнению 2 суммарный цилиндр состоит из 4-х цилиндров.

При этом полости 3 и 4 рабочего сдвоенного цилиндра первого ряда являются проточными, а у сдвоенного цилиндра первого ряда впускные окна 5 и выпускные окна 6 находятся в верхней части цилиндров и не перекрываются поршнем. Такое расположение окон у цилиндров первого ряда в отличие от прототипа дает преимущества, отмеченные ранее.

Принцип работы ДДВС в исполнении 2 заключается в следующем.

На фиг. 13 зафиксирован момент, когда обе взаимосвязанные пары поршней подходят к НМТ, и заканчивается рабочий процесс в полостях 11, 3, 4 и 13, т. к. происходит выпуск сгоревших газов из этих полостей через выпускные окна 16, которые открылись раньше, чем впускные окна 17.

Затем начинается закрытие выпускных окон 16 и открытие впускных окон 17. В этот момент идет последовательная продувка полостей 13, 4, 3 и 11. После закрытия выпускных окон 16 впускные окна 17 остаются еще открытыми, и начинается заполнение полостей 13, 4, 3 и 11 газом с избыточным давлением, которое может создать нагнетатель. В результате весовое заполнение полостей цилиндров может происходить с коэффициентом наполнения больше единицы. Одновременно заканчивается сжатие газа в полостях 12 и 14, расположенных под поршнями 9 и 10. При подходе поршней к НМТ происходит загорание смеси, газ расширяется и начинается рабочий ход поршней вверх к ВМТ, а следовательно, начинается процесс сжатия газа в полостях 13, 4, 3 и 11. При подходе поршней к ВМТ сначала открываются выпускные окна 20 и идет выпуск сгоревших газов из полостей 12 и 14.

При начале закрытия окон 20 и начале открытия окон 19 идет продувка полостей 12 и 14. После закрытия окон 20 начинается заполнение полостей 12 и 14 при открытых окнах 19 с избыточным давлением, равным давлению, которое создает нагнетатель. При подходе поршней к ВМТ происходит загорание смеси в полостях 13, 4, 3 и 11, начинается рабочий ход поршней вниз к НМТ, и процесс повторяется. Т.е. на один оборот вала двигателя приходится два рабочих хода поршней с интервалом через 180° угла поворота вала.

Исполнение 3, фиг.14

1 - сдвоенный рабочий цилиндр одностороннего действия первого ряда;
2 - поршни цилиндра 1;
3 - полость цилиндра 1 левая;
4 - полость цилиндра 1 правая;

5 - впускное окно цилиндра 1;
 6 - выпускное окно цилиндра 1;
 7 - цилиндр двухстороннего действия второго ряда левый;
 8 - цилиндр двухстороннего действия второго ряда правый;
 9 - поршень цилиндра 7;
 10 - поршень цилиндра 8;
 11 - полость рабочего цилиндра 7 над поршнем;
 12 - полость насосного цилиндра 7 под поршнем;
 13 - полость рабочего цилиндра 8 над поршнем;
 14 - полость насосного цилиндра 8 под поршнем;
 15 - впускное окно полости 11;
 16 - выпускное окно полости 11;
 17 - впускное окно полости 13;
 18 - выпускное окно полости 13;
 19 - впускное и выпускное окна полостей 12 и 14;
 20 - канал подвода и отвода газа от полостей 12 и 14;
 21 - нагнетатель;
 22 - канал подвода газа от нагнетателя 21 к полости 13 рабочего цилиндра и к насосным полостям 12 и 14 насосного сдвоенного цилиндра;
 23 - обратный клапан;
 24 - перепускной канал, соединяющий полость 13 с полостью 4;
 25 - канал, соединяющий полость 4 с полостью 3;
 26 - перепускной канал, соединяющий полость 3 с полостью 11;
 27 - канал, соединяющий полости 12 и 14;
 28 - свеча зажигания или форсунка;
 29 - коленвал двигателя (механизм движения поршней);
 30 - кривошип левый;
 31 - кривошип правый;
 32 - шатуны;
 33 - штоки, соединяющие спарки поршней;
 34 - маслосодержащий картер механизма движения.

На фиг. 14 изображен двухрядный ДДВС по пункту 8 формулы изобретения в исполнении 3, в котором четыре полости, в том числе две над поршнями первого ряда и две над поршнями второго ряда, соединены между собой и являются рабочими. Принцип их работы такой же, как у двигателя в исполнении 2 на фиг. 13. Отличие от исполнения 2 заключается в том, что полости 12 и 14 сдвоенного цилиндра являются насосными и подают газ по перепускному каналу 20 через впускное окно 17 в рабочие цилиндры. При таком исполнении ДДВС может иметь два режима работы - пусковой режим с пониженной мощностью при неработающем нагнетателе 21 и рабочий режим с полной мощностью после включения в работу нагнетателя. В этом случае полная мощность двигателя будет меньше, чем у двигателя в исполнении 2, т.к. вместо шести рабочих полостей в работе будут участвовать только четыре рабочие полости, а две полости из шести работают только как насосные. На фиг. 14 рассматривается двигатель, имеющий только 2 спарки поршней. С этим же принципом работы может быть и многоцилиндровый двигатель, имеющий четное количество пар поршней, соединенных штоком.

На фиг. 14 зафиксирован момент, когда обе взаимосвязанные пары поршней подходят к НМТ, и заканчивается рабочий процесс в полостях 3, 4, 11 и 13, расположенных над поршнями. В таком положении поршней из этих полостей через окно 16 происходит выпуск сгоревших газов, а в насосных полостях 12 и 14 заканчивается процесс сжатия газа, т.к. обратный клапан 23 закрыт. При открытии окна 17 сначала начинается процесс продувки рабочих цилиндров, а затем после закрытия окна 16 происходит заполнение рабочих полостей свежим газом. После закрытия окна 17 и начала движения поршней вверх к ВМТ происходит сжатие газа в полостях 3, 4, 11 и 13 и одновременно при открытом обратном клапане 23 начинается заполнение насосных полостей 12 и 14. При подходе поршней к ВМТ происходит загорание топливной смеси, газ расширяется и начинается рабочий ход поршней.

При движении поршней вниз закрывается обратный клапан 23 и газ сжимается в насосных полостях 12 и 14. Рабочий ход поршней заканчивается, когда открывается окно 16 и происходит выпуск сгоревших газов. После открытия окна 17 сжатый газ из насосных полостей 12 и 14 расширяется и по перепускному каналу 20 и окно 17 поступает в рабочие полости.

После падения давления в перепускном канале 20 открывается обратный клапан 26 и дополнительно по каналу 22 газ через окно 17 начинает поступать от нагнетателя 21, который обеспечивает заполнение полостей 13, 4, 3 и 11 с избыточным давлением. При неработающем нагнетателе 21 (пусковой режим работы двигателя) газ в рабочие полости поступает только из насосных полостей 12 и 14.

При работающем нагнетателе 21 обратный клапан 23 открыт и заполнение полостей 12 и 14 может вестись с избыточным давлением. В этом случае двигатель будет развивать полную мощность. При неработающем нагнетателе 21 заполнение полостей 12 и 14 будет происходить газом без избыточного давления и соответственно двигатель будет работать на режиме пониженной мощности. При наличии насосных полостей облегчается запуск двигателя при неработающем нагнетателе, который может работать от энергии выхлопных газов как турбонагнетатель и вступает в работу только после запуска двигателя при достижении расчетного числа оборотов. Наличие насосных полостей позволяет работать двигателю вообще без нагнетателя.

Изложенная сущность изобретения по пункту 8 формулы изобретения в исполнении 4 поясняется на фиг. 15, которая имеет следующие позиции:

1 - рабочий цилиндр левый первого ряда;
 2 - насосный цилиндр правый первого ряда;
 3 - поршень цилиндра 1;
 4 - поршень цилиндра 2;
 5 - полость рабочего цилиндра 1;
 6 - полость насосного цилиндра 2;
 7 - впускное окно полости 5;
 8 - выпускное окно полости 5;
 9 - впускное окно полости 6;
 10 - выпускное окно полости 6;
 11 - разделяющая перегородка;

- 12 - цилиндр двухстороннего действия второго ряда левый;
- 13 - цилиндр двухстороннего действия второго ряда правый;
- 14 - поршень цилиндра 12;
- 15 - поршень цилиндра 13;
- 16 - полость рабочего цилиндра 12 над поршнем;
- 17 - полость насосного цилиндра 12 под поршнем;
- 18 - полость насосного цилиндра 13 над поршнем;
- 19 - полость рабочего цилиндра 13 под поршнем;
- 20 - впускное окно полости 16;
- 21 - выпускное окно полости 16;
- 22 - впускное окно полости 17;
- 23 - выпускное окно полости 17;
- 24 - впускное окно полости 18;
- 25 - выпускное окно полости 18;
- 26 - впускное окно полости 19;
- 27 - выпускное окно полости 19;
- 28 - канал, соединяющий полости 6 и 17;
- 29 - перепускной канал, соединяющий полости 5 и 16;
- 30 - перепускной канал, соединяющий полости 5 и 19;
- 31 - перепускной канал, соединяющий полости 17 и 19;
- 32 - перепускной канал, соединяющий полости 18 и 19;
- 33 - перепускной канал, соединяющий полости 6 и 19;
- 34 - коленчатый вал двигателя (механизм движения поршней);
- 35 - кривошип левый;
- 36 - кривошип правый;
- 37 - шток, соединяющий левую спарку поршней;
- 38 - шток, соединяющий правую спарку поршней;
- 39 - свеча зажигания или форсунка;
- 40 - шатуны;
- 41 - маслозаполненный картер механизма движения поршней.

На фиг. 15 изображен двухрядный ДДВС в исполнении 4, содержащий четное количество связанных штоком поршней, у которого половина цилиндров является рабочими, а другая половина цилиндров является насосными. Для удобства рассмотрения на фиг. 15 показан двухрядный двигатель, имеющий четыре пары связанных штоком поршней, из которых каждые две пары поршней работают самостоятельно и обеспечивают заданный двухтактный цикл работы. Двигатель может быть многоцилиндровым с четным количеством пар поршней. Наличие у двигателя четырех пар поршней позволяет рассмотреть полный двухтактный цикл работы двух пар поршней в диапазоне от 0° до 360° угла поворота вала, т.к. через каждые 180° меняется положение поршней по отношению к ВМТ и НМТ и можно видеть у одной пары поршней начало рабочего хода, а у другой пары поршней начало цикла сжатия.

На фиг. 15 показана стадия рабочего цикла, когда поршни 3 и 14 левой спарки поршней подходят к ВМТ, а поршни 4 и 15 правой пары поршней подходят к НМТ. Через 180° угла поворота вала поршни левой и правой спарки поршней поменяются местами. Т.к. две пары поршней в левой части двигателя такие же, как две пары поршней в

правой части двигателя, обозначение позиции их составляющих элементов будет одинаковым.

У двигателя на фиг. 15 в первом ряду находятся цилиндры 1 и 2 одностороннего действия, а во втором ряду цилиндры 12 и 13 являются цилиндрами двухстороннего действия. Над поршнем 3 первого ряда и над поршнем 14 второго ряда, а также под поршнем 15 второго ряда образованы полости 5, 16 и 19 рабочих цилиндров, которые имеют впускные и выпускные окна, соединены между собой, имеют общую камеру сгорания, общую свечу зажигания или форсунку для впрыска топлива и срабатывают одновременно.

Над поршнем 15 второго ряда и над поршнем 4 первого ряда, а также под поршнем 14 второго ряда образованы полости 18, 6 и 17 насосных цилиндров.

Рабочий цилиндр полости 19 имеет впускные окна 26 и выпускные окна 27. Рабочий цилиндр полости 5 имеет впускные окна 7 и выпускные окна 8. Рабочий цилиндр полости 16 имеет впускные 20 и выпускные окна 21. Насосный цилиндр полости 18 имеет впускные окна 24 и выпускные окна 25. Насосный цилиндр полости 17 имеет впускные окна 22 и выпускные окна 23. Насосный цилиндр полости 6 имеет впускные окна 9 и выпускные окна 10. Насосный цилиндр полости 17 соединен с рабочим цилиндром полости 19 перепускным каналом 31. Насосный цилиндр полости 18 соединен с рабочим цилиндром полости 19 перепускным каналом 32. Рабочий цилиндр полости 19 соединен с рабочим цилиндром полости 5 перепускным каналом 30, а рабочий цилиндр полости 5 соединен с рабочим цилиндром полости 16 перепускным каналом 29. При этом полость 5 рабочего цилиндра первого ряда оказывается проточной и расположена между полостями 19 и 16, которые от полости 5 находятся по другую сторону перегородки 11. В результате рабочие цилиндры полостей 5, 16 и 19 являются строенными. Строенные рабочие цилиндры имеют общую камеру сгорания, общую свечу зажигания или форсунку для впрыска топлива 39.

Отличительной особенностью ДДВС в варианте исполнения 4 по сравнению с ближайшим прототипом (1) является то, что участвующие в работе одновременно рабочие цилиндры являются не сдвоенными, как у прототипа, а строенными. При этом полости рабочих цилиндров первого ряда являются проточными, а их впускные и выпускные окна находятся в верхней части цилиндров и не перекрываются поршнем. Также проточными являются полости насосных цилиндров первого ряда, а их впускные и выпускные окна тоже находятся в верхней части цилиндров.

Расположение впускных и выпускных окон полостей рабочих и насосных цилиндров в верхней части цилиндра дает преимущества, отмеченные в варианте исполнения 1, 2 и 3. В отличие от варианта исполнения 1 в варианте исполнения 4 для продувки рабочих цилиндров используется не внешний источник продувки, например в виде нагнетателя, а насосные цилиндры.

Принцип работы ДДВС в варианте исполнения 4 заключается в следующем.

На фиг. 15 зафиксирован момент, когда в правой половине двигателя в строенном

рабочем цилиндре, содержащем соединенные между собой полости 19, 5 и 16, заканчивается рабочий ход поршней 15, 3 и 14. Соответственно заканчивается выпуск сгоревших газов через окна 21. Одновременно или с запаздыванием открываются впускные окна 26, и из насосных полостей 6, 17 и 18 газ поступает сначала в полость 19, затем в полость 5 и далее в полость 16. Т.е. происходит последовательная проточная продувка полостей 19, 5 и 16.

Если кривошипы двух взаимодействующих смежных парок имеют отклонение между собой по углу поворота вала на $180+\alpha^\circ$, происходит опережение открытия и закрытия выпускных окон 21 по сравнению с впускными окнами 26.

Это позволяет улучшить коэффициент наполнения рабочего строенного цилиндра. Возможен вариант, когда для наполнения насосных цилиндров будет использован нагнетатель, создающий давление выше атмосферного. В этом случае в рабочем цилиндре после закрытия выпускных окон 21 давление также может быть поднято выше атмосферного. В это же время в левой половине двигателя (две спарки поршней слева) происходит зажигание топливной смеси над поршнями 14 и 3 и под поршнем 15. Газ расширяется и происходит рабочий ход поршней в строенном цилиндре, имеющем соединенные между собой полости 19, 5 и 16. В результате поршни 14 и 3 движутся к НМТ, а поршень 15 движется к ВМТ. Сначала открываются окна 21, и происходит выпуск сгоревших газов. Затем начинают открываться окна 26, и происходит продувка полостей 19, 5 и 16, а затем их заполнение. К этому времени поршни 14, и 3 в правой половине двигателя (две спарки поршней правые) подошли к ВМТ, а поршень 15 подошел к НМТ. Происходит загорание, и идет рабочий ход поршней в правой половине двигателя. Затем рабочий цикл повторяется. В результате в рассмотренном двигателе за один оборот вала происходит два срабатывания строенных рабочих цилиндров с интервалом через 180° .

Источники информации

1. Двухтактный двигатель внутреннего сгорания (варианты). Патент РФ 2143077, МПК F 02 В 33/22, опублик. 1999, Бюл. 35.

2. А.К. Михайлов, В.П. Ворошилов. Компрессорные машины: Учебник для вузов - М.: Энергоиздат, 1989, с.11, рис. 1, 2, 6 и 7).

Формула изобретения:

1. Поршневая машина, например, как двухтактный или четырехтактный двигатель внутреннего сгорания, компрессор для сжатия или отсоса газа или насос для перекачки жидкой среды, содержащая цилиндры с полостями, в которых перемещаются поршни, камеру впуска и камеру выпуска, в которых вращаются цилиндрические золотники, связанные с валом двигателя, и впускные и выпускные окна, соединенные перепускными каналами с камерами впуска и выпуска, отличающаяся тем, что содержит как

минимум два цилиндра, впускная камера расположена над одним цилиндром, а выпускная - над другим, при этом каждая камера работает на два цилиндра.

2. Поршневая машина по п. 1, отличающаяся тем, что полости цилиндров соединены между собой при помощи канала с образованием общей камеры сгорания для двух цилиндров, а поршни совершают движение в одном направлении, при этом один цилиндр имеет впускные окна, а другой цилиндр - выпускные окна.

3. Поршневая машина по п. 1, отличающаяся тем, что цилиндры работают независимо друг от друга, поршни цилиндров совершают встречное движение и работают в противофазе, в камерах впуска и выпуска размещены по два золотника, а каждый цилиндр имеет и впускное и выпускное окно.

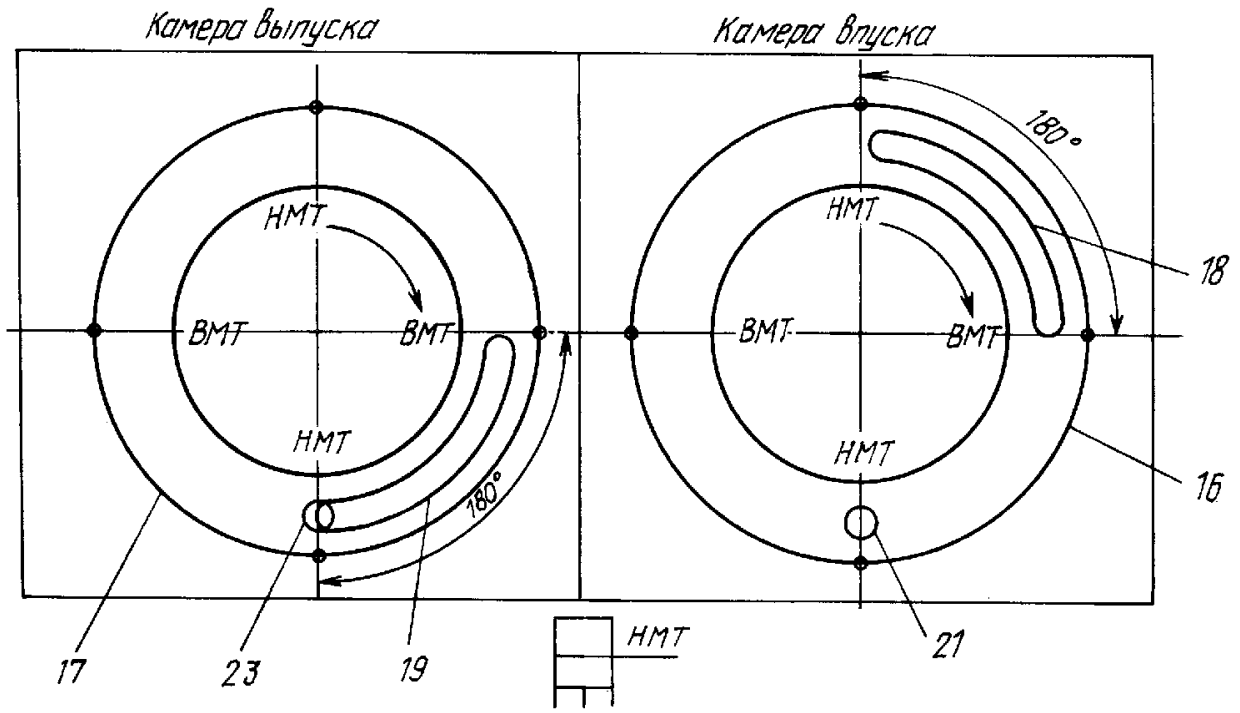
4. Поршневая машина, содержащая как минимум два смежных рабочих цилиндра с рабочими полостями, в которых перемещаются поршни, связанные каждый со своим кривошипом, камеры впуска и камеры выпуска, в которых перемещаются золотники, связанные с поршнями, впускные и выпускные окна, выполненные в рабочих цилиндрах над поршнями при их положении в верхней мертвой точке и соединенные перепускными каналами с окнами камеры впуска и камеры выпуска, отличающаяся тем, что золотники связаны с поршнями при помощи штоков, а камеры установлены над рабочими поршнями через разделяющую перегородку.

5. Поршневая машина по п. 4, отличающаяся тем, что рабочие полости соединены между собой при помощи канала с образованием общей камеры сгорания для двух рабочих цилиндров, поршни совершают движение в одном направлении, при этом один цилиндр имеет впускные окна, а другой цилиндр - выпускные окна.

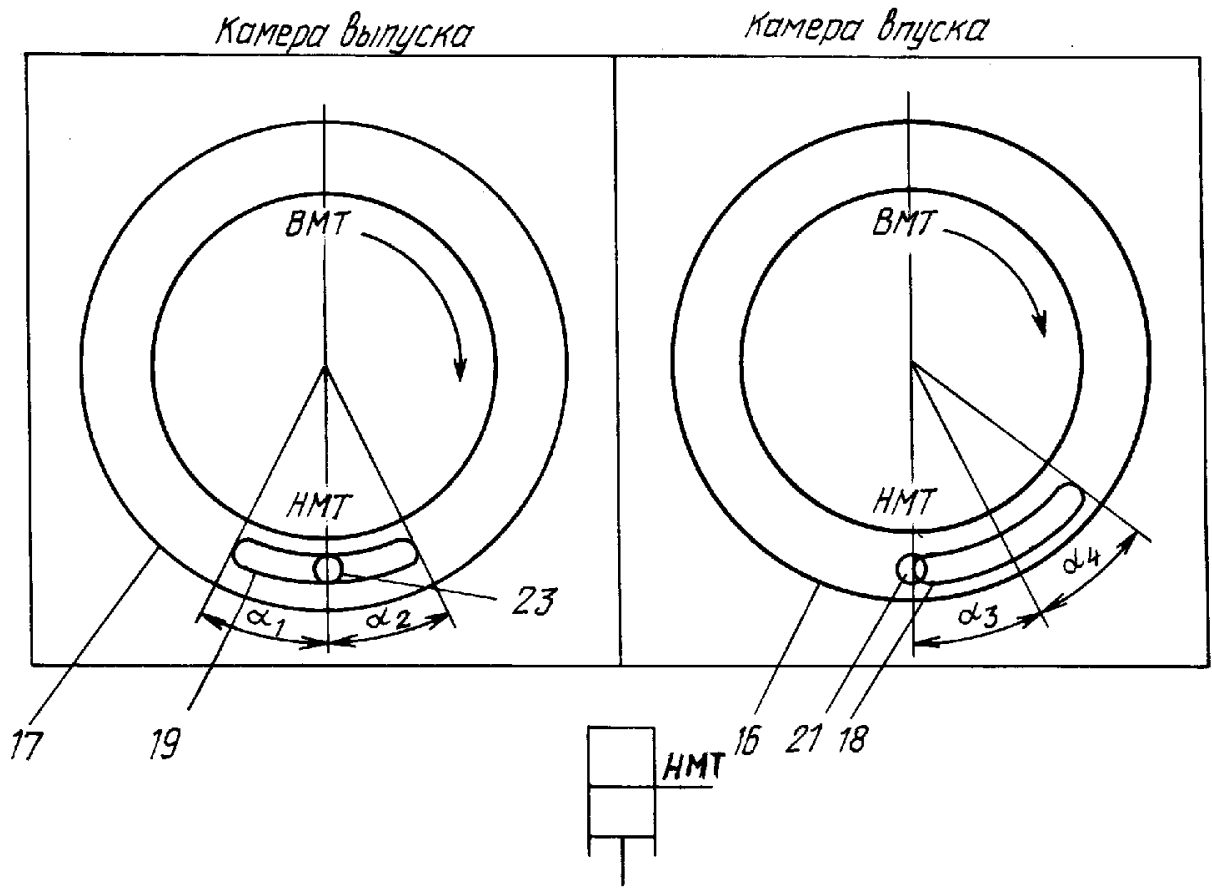
6. Поршневая машина по п. 4, отличающаяся тем, что цилиндры являются независимыми, рабочие поршни совершают встречное движение и работают в противофазе, при этом каждый цилиндр имеет впускные и выпускные окна.

7. Поршневая машина по любому из пп. 4-6, отличающаяся тем, что золотники выполнены прямоугольного сечения.

8. Поршневая машина, содержащая цилиндры, расположенные через разделяющую перегородку один над другим, у которых поршни цилиндров первого ряда связаны штоками с поршнями цилиндров второго ряда, а рабочий цилиндр выполнен одвоенным и имеет впускные и выпускные окна и общую камеру сгорания, сообщающую его рабочие полости, которые расположены по обе стороны перегородки, отличающаяся тем, что рабочие полости цилиндров первого ряда выполнены проточными и соединены со стороны входа и выхода газа с рабочими полостями цилиндров второго ряда, а впускные и выпускные окна цилиндров первого ряда выполнены в верхней части цилиндра над поршнем при его положении в верхней мертвой точке.



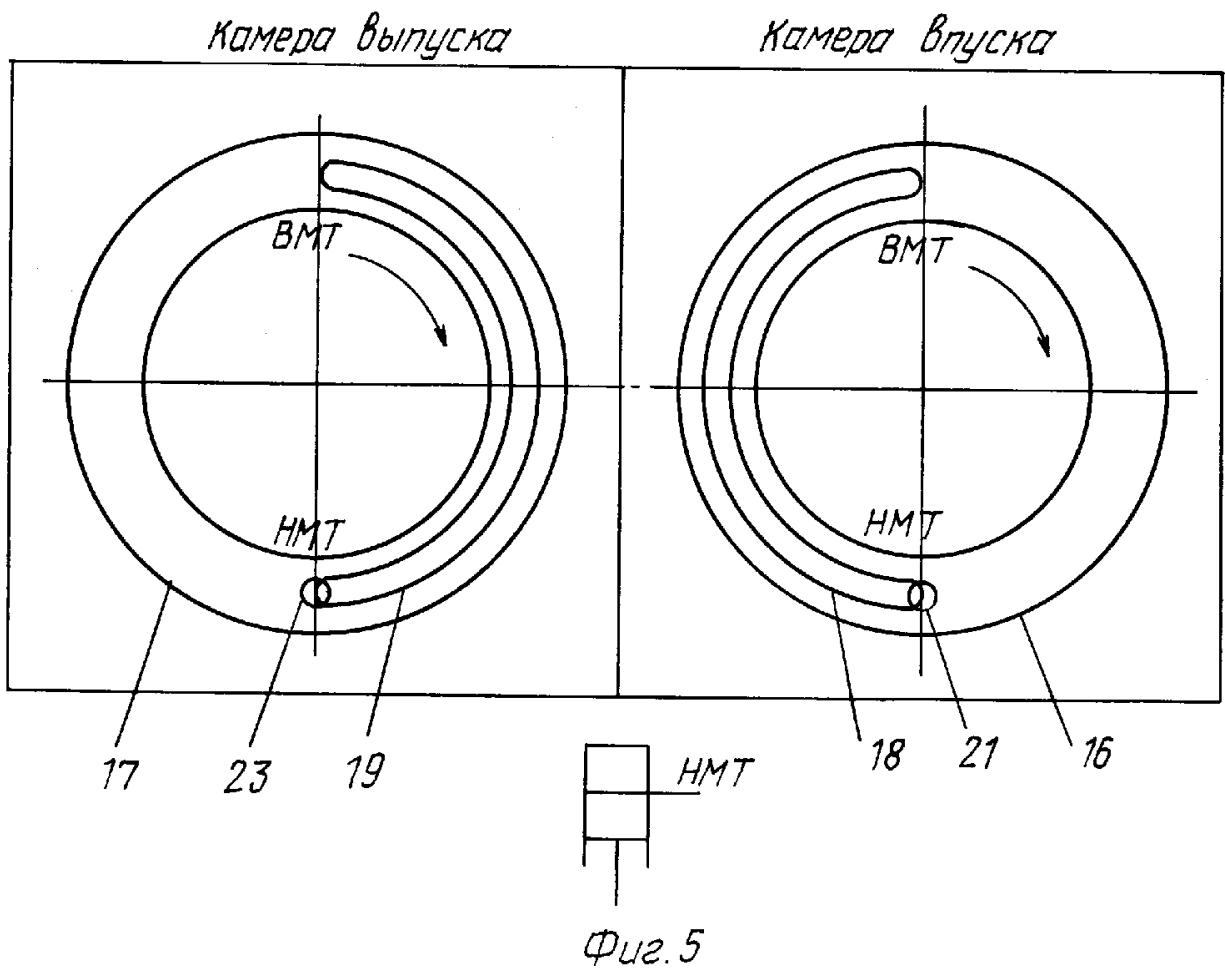
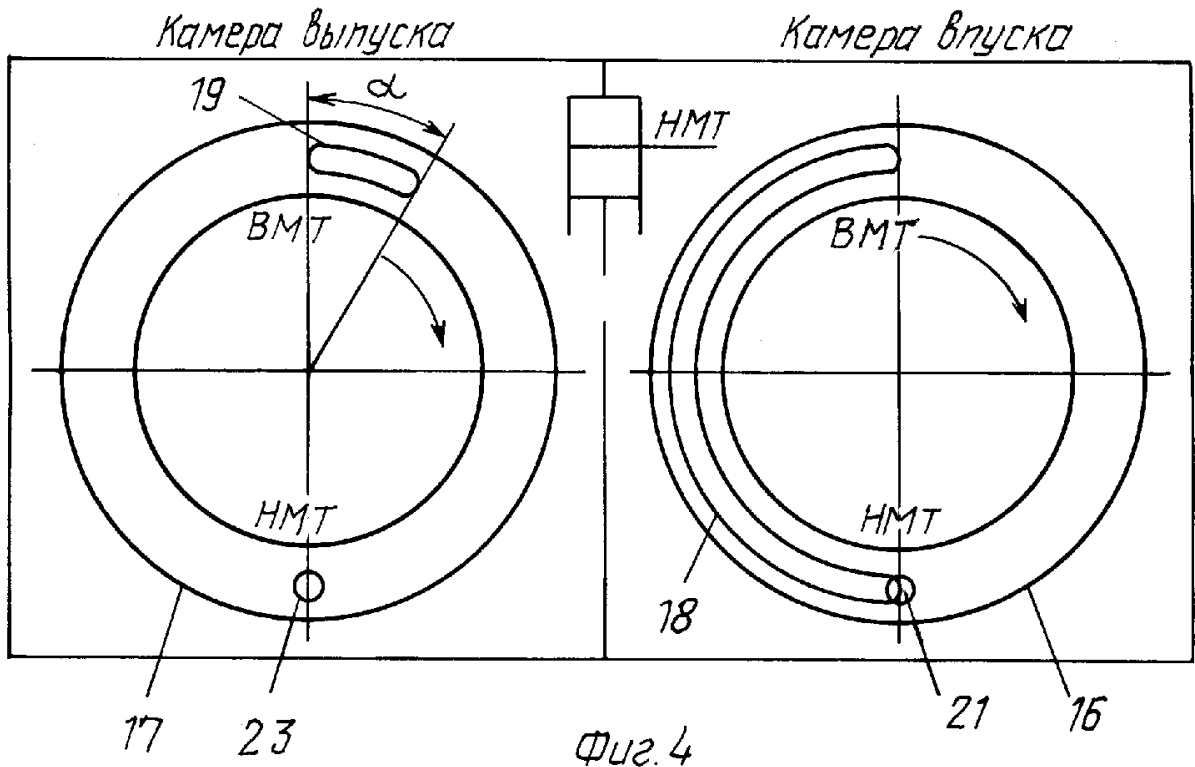
Фиг. 2



Фиг. 3

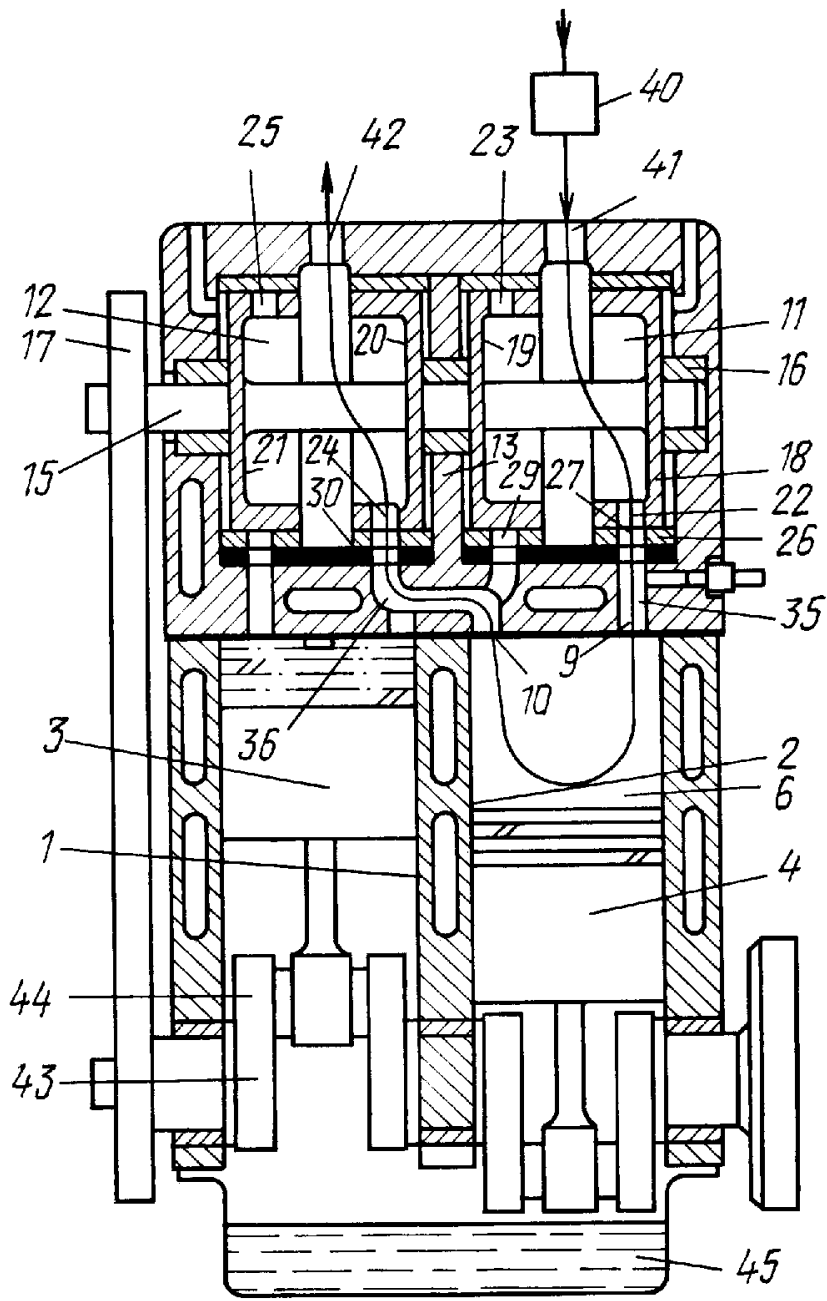
RU 2215879 C2

RU 2215879 C2

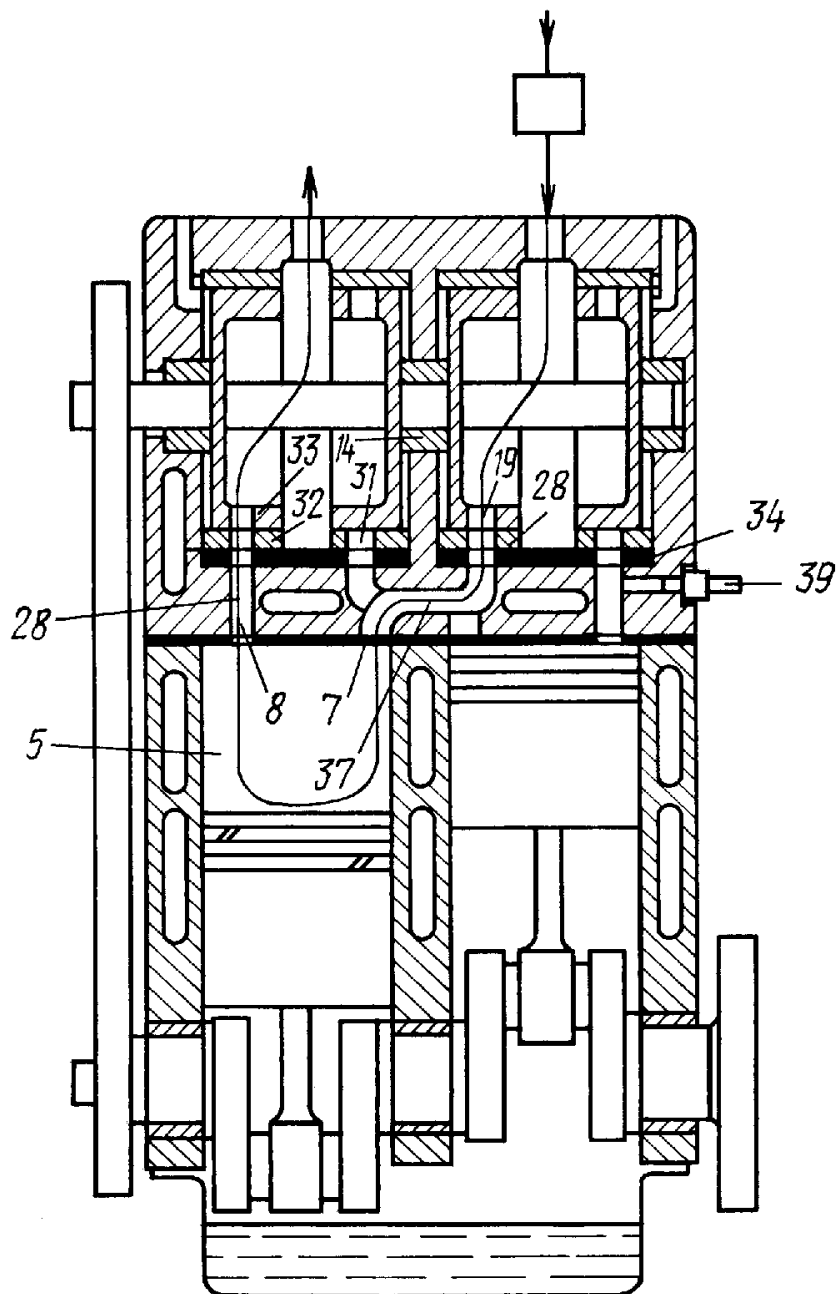


RU 2215879 C2

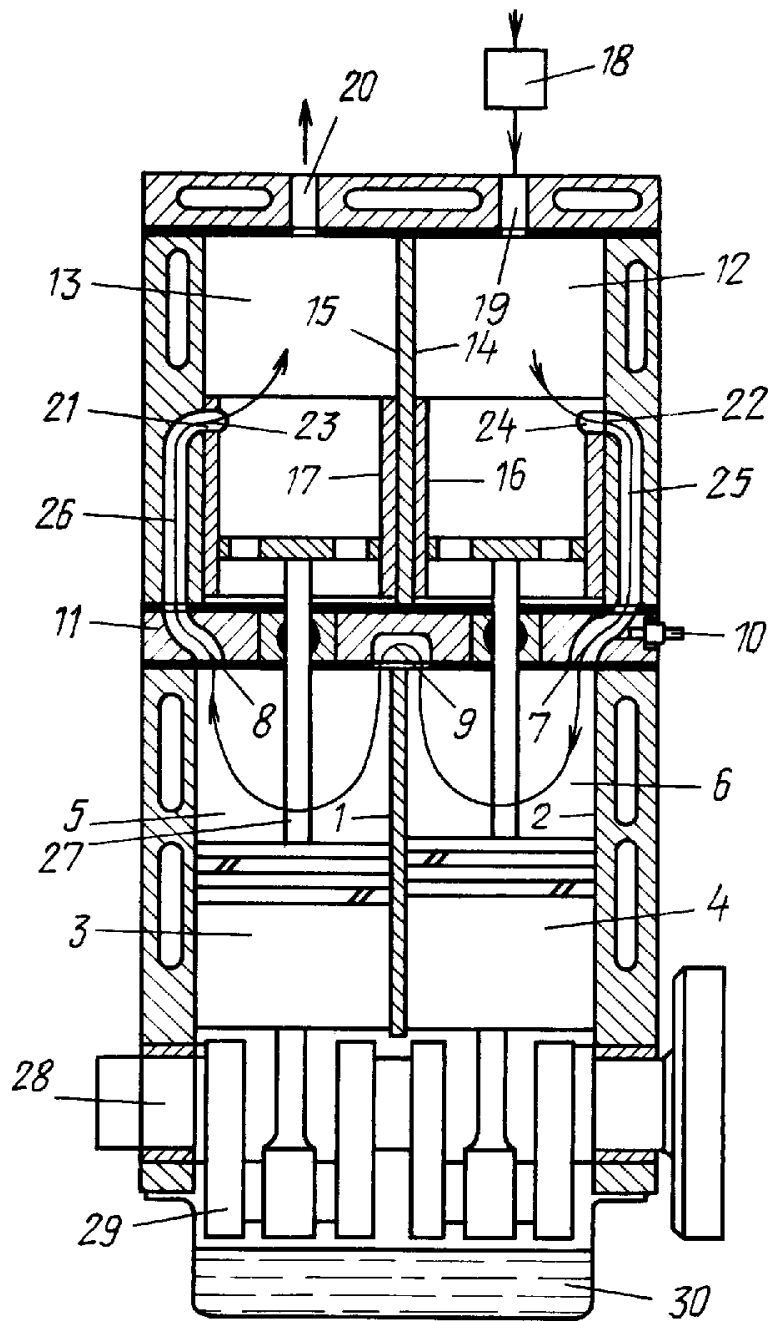
RU 2215879 C2



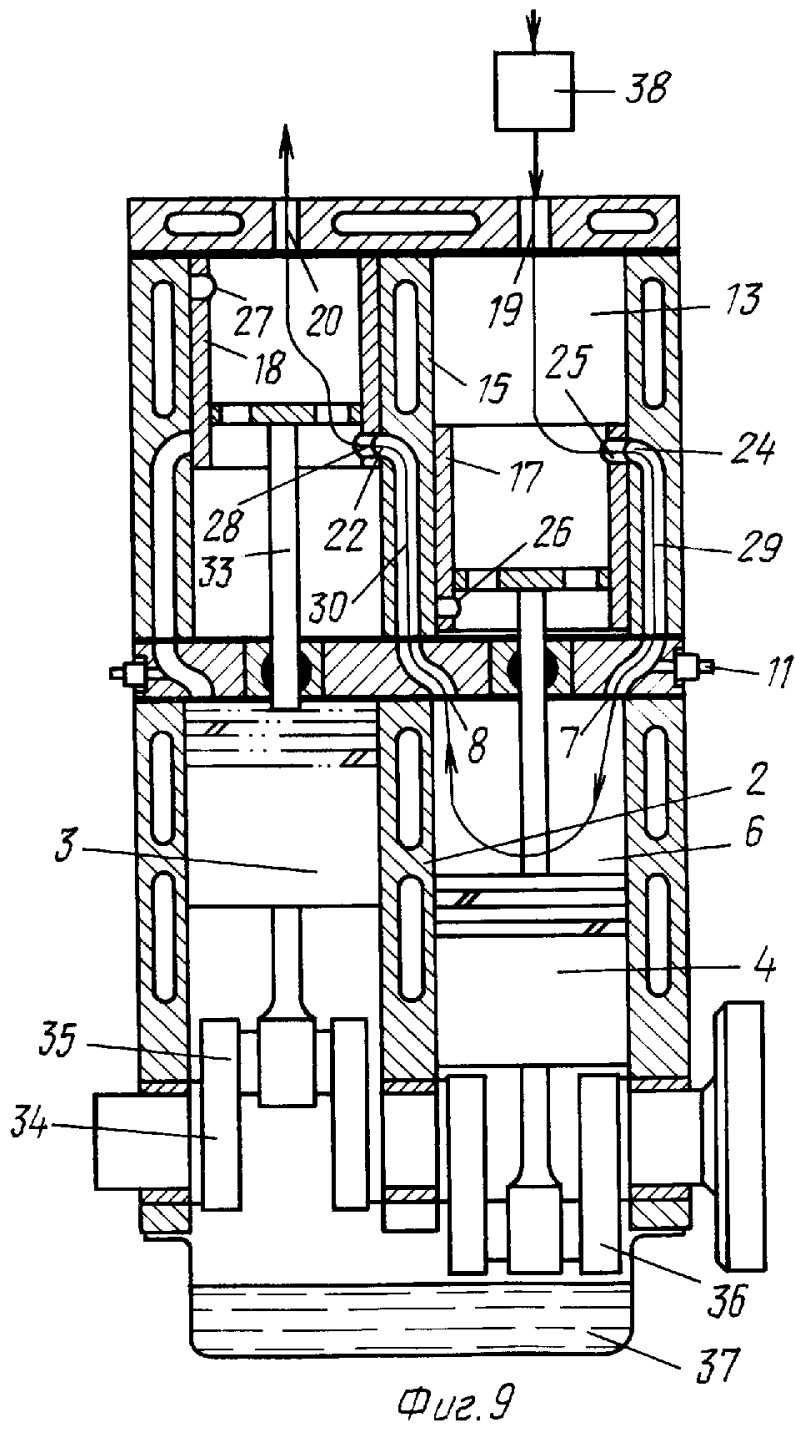
Фиг. 5

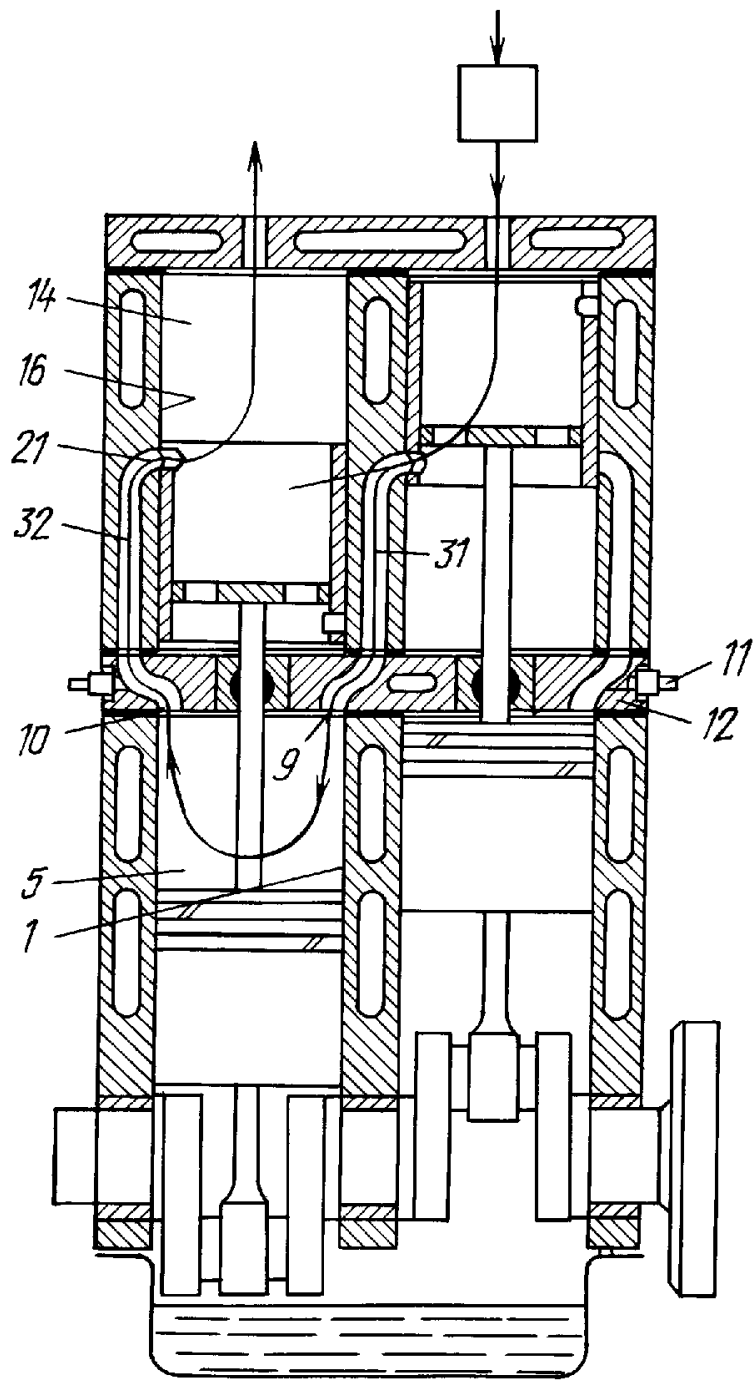


Фиг. 7

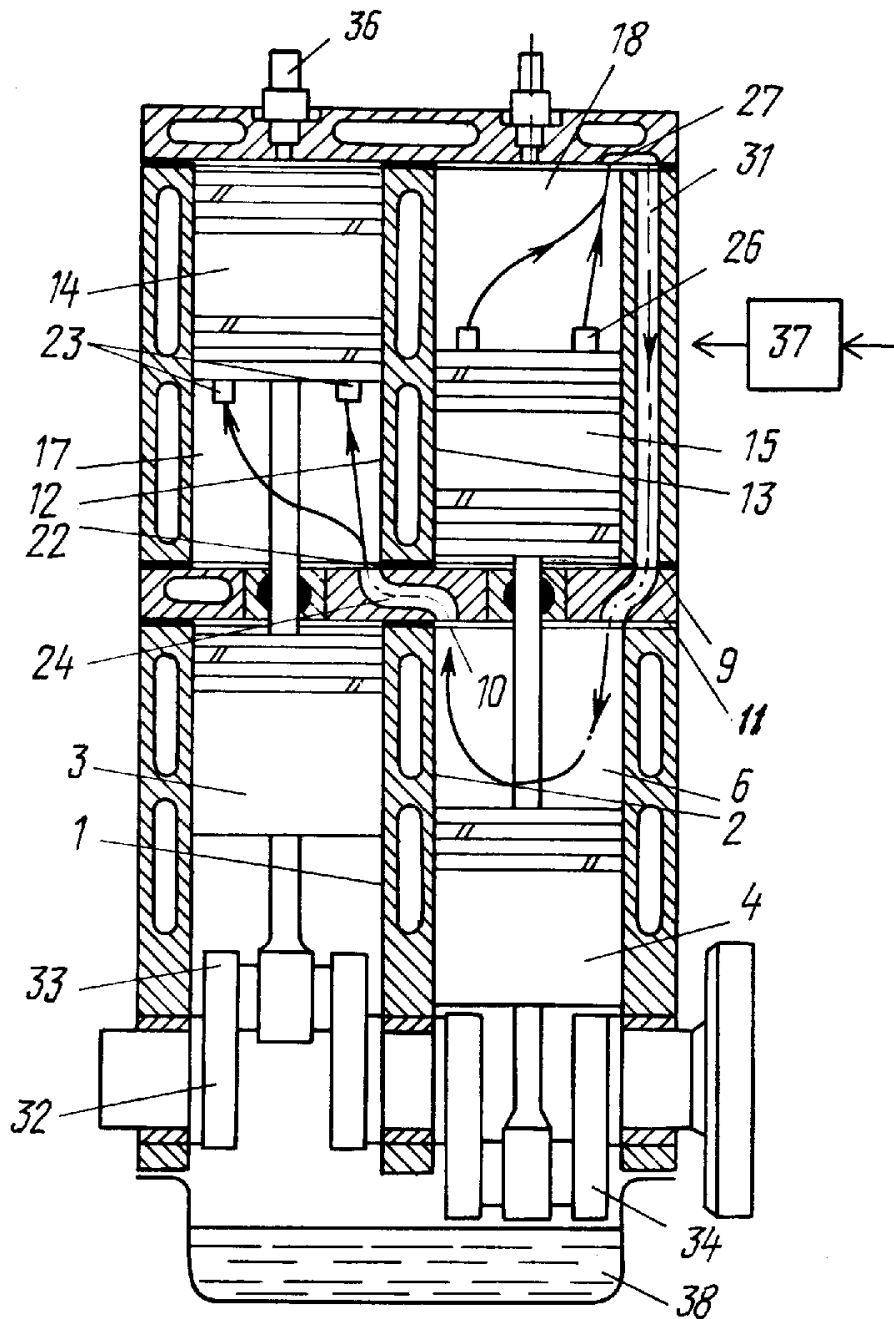


Фиг. 8



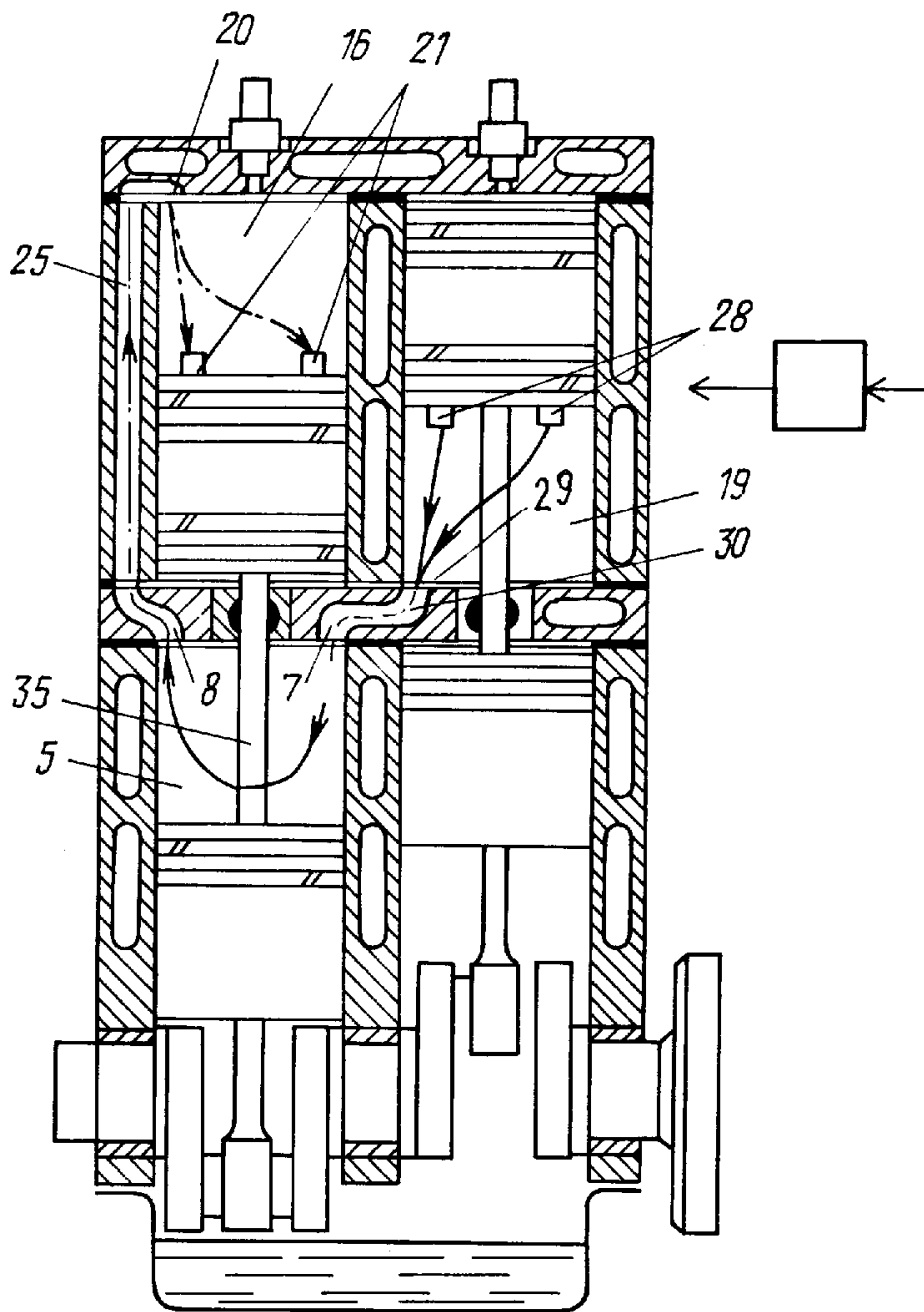


Фиг.10



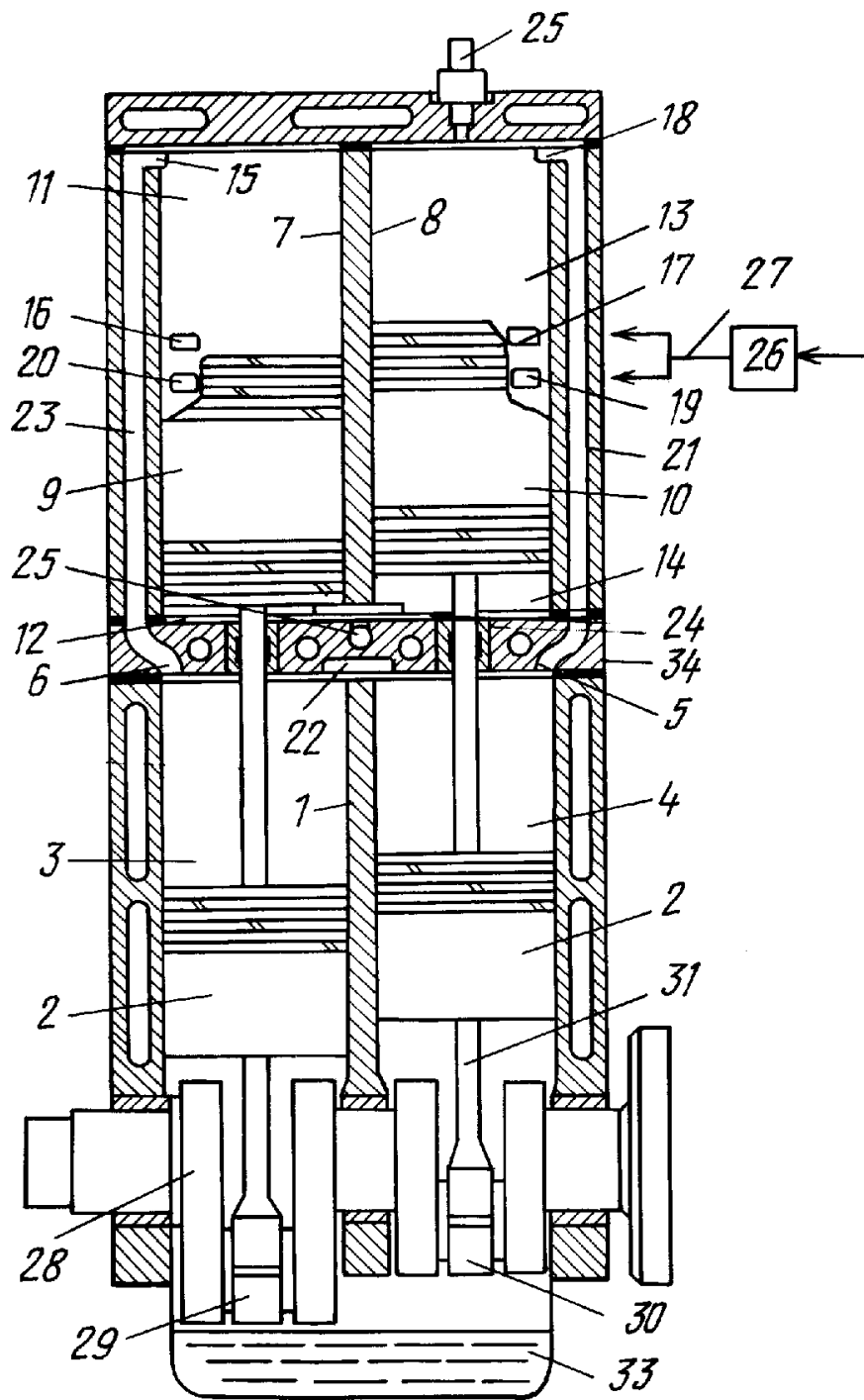
Фиг. 11

RU 2215879 C2

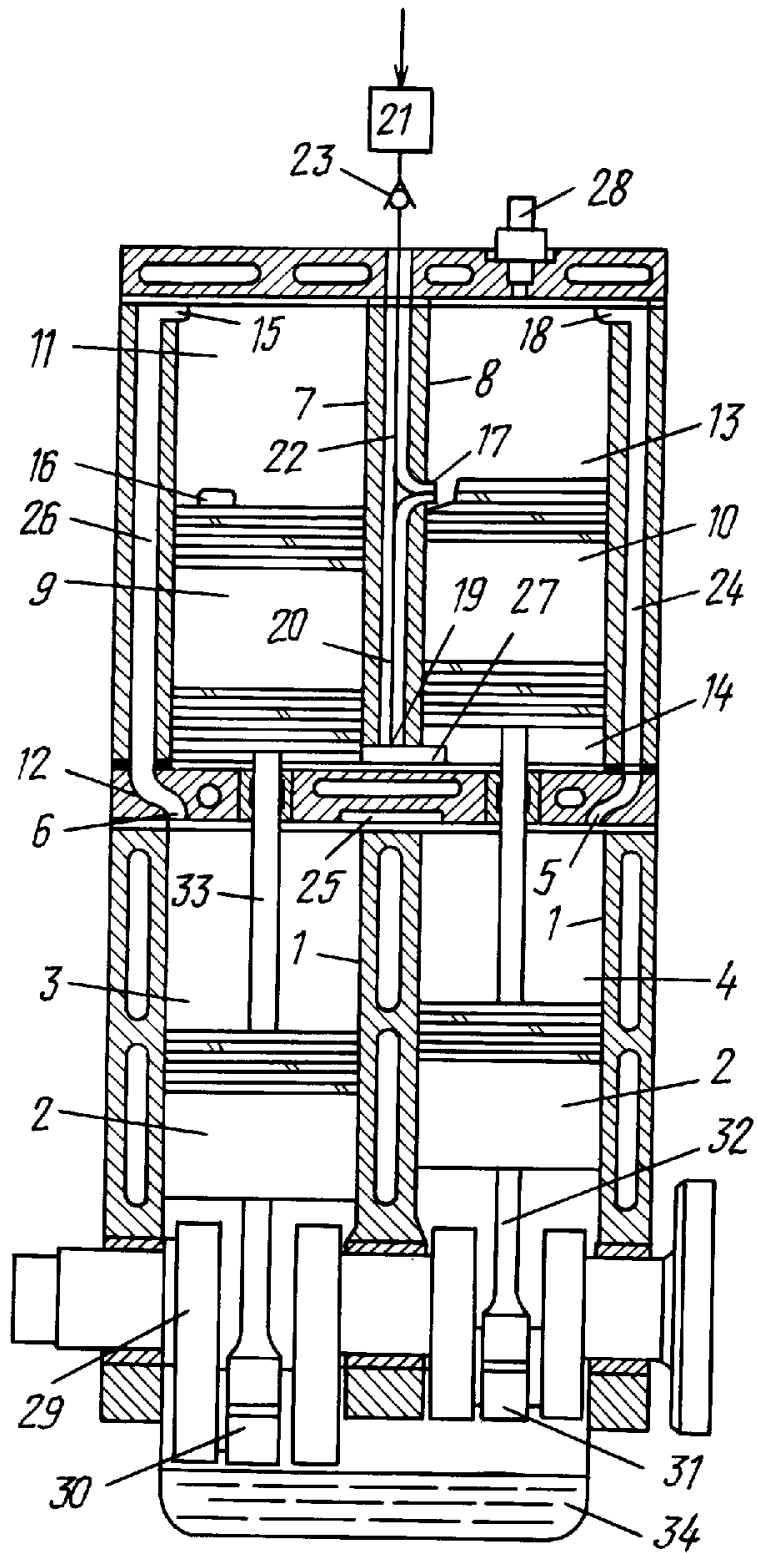


Фиг. 12

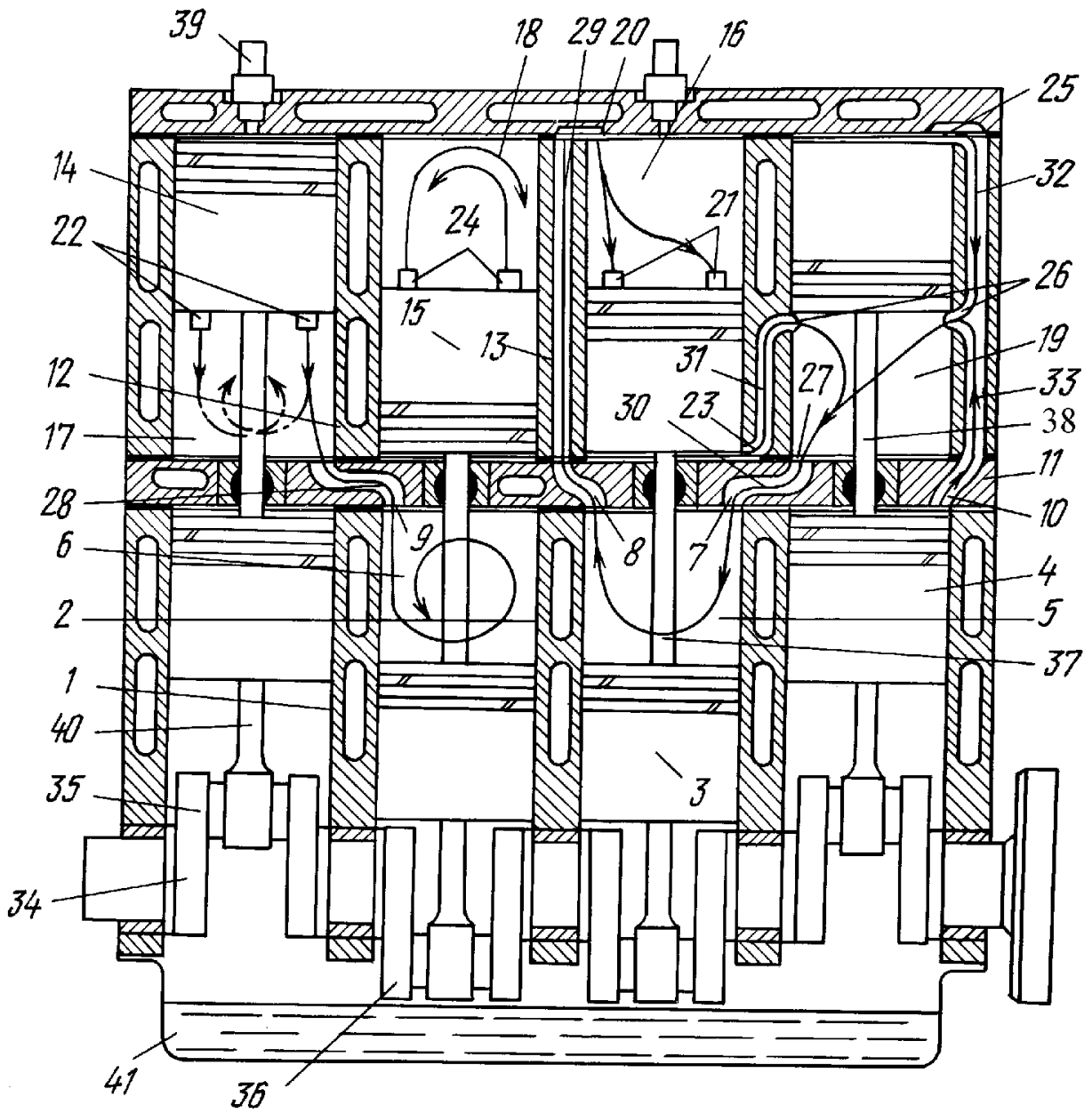
RU 2215879 C2



Фиг. 13



Фиг.14



Фиг. 15

RU 2215879 C2

RU 2215879 C2