

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202091722** (13) **A1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**(43) Дата публикации заявки
2020.10.12(51) Int. Cl. *F02B 41/06* (2006.01)
F02B 75/02 (2006.01)
F01B 9/02 (2006.01)(22) Дата подачи заявки
2018.12.20(54) **ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

(31) 18153629.3

(72) Изобретатель:

(32) 2018.01.26

Карольюссен Хильберг Инге (NO)

(33) EP

(74) Представитель:

(86) PCT/EP2018/086354

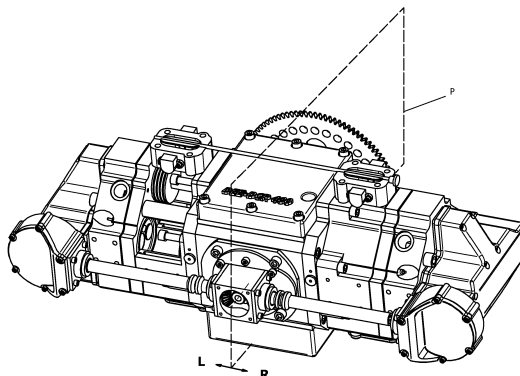
**Хмара М.В., Рыбаков В.М., Липатова
И.И., Новоселова С.В., Дощечкина
В.В., Пантелеев А.С., Ильмер Е.Г.,
Осипов К.В. (RU)**

(87) WO 2019/145105 2019.08.01

(71) Заявитель:

ПАТЕНТЕК АС (NO)

(57) Раскрыт оппозитный двигатель с двумя, по существу, зеркально-симметричными сторонами двигателя (L, R), содержащий коленчатый вал (1), с которым соединены по меньшей мере два основных узла (110) шотландских механизмов, каждый из которых имеет один основной поршень (7), расположенный внутри одного основного цилиндра (I, III; II, IV) каждой стороны (R; L) двигателя, и по меньшей мере один вспомогательный узел (120) шотландского механизма, имеющий пару вспомогательных поршней (8), расположенных внутри пары вспомогательных цилиндров (V, VII; VI, VIII) каждой стороны (R; L) двигателя, причем основные узлы (110) шотландских механизмов расположены на коленчатом валу (1) согласованно, а по меньшей мере один вспомогательный узел (120) шотландского механизма расположен на коленчатом валу (1) со смещением в 180°, каждый вспомогательный поршень (7) образует наружное пространство и внутреннее пространство внутри каждого вспомогательного цилиндра (V, VII; VI, VIII), причем внутреннее пространство обращено к противоположной стороне (R; L) двигателя, причем указанные внутренние пространства каждой пары вспомогательных цилиндров (V, VII; VI, VIII) соединены по текучей среде и образуют камеру сжатия, причем указанная камера сжатия содержит первый и второй обратные клапаны (69, 70), при этом пара вспомогательных цилиндров (V, VII; VI, VIII) выполнены с возможностью всасывания окружающего воздуха через первый обратный клапан (69) и сжатия и выпуска указанного воздуха через второй обратный клапан (70) в главный цилиндр (I, III; II, IV) противоположной стороны (R; L) двигателя, и указанные внешние пространства каждой пары вспомогательных цилиндров (V, VII; VI, VIII) соединены по текучей среде и принимают сжатые отработавшие газы из основного цилиндра (I, III; II, IV) той же стороны (R; L) двигателя.



A1

202091722

202091722

A1

ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение в целом относится к двигателю внутреннего сгорания, в частности к двигателю внутреннего сгорания с низким уровнем выбросов, для использования в автомобилях.

Сведения о предшествующем уровне техники

С того самого времени, как двигатель внутреннего сгорания впервые был предложен более столетия назад, он непрерывно совершенствовался и модифицировался для адаптации к постоянно меняющимся требованиям на рынке. Современные тенденции все в большей степени связаны с аспектами окружающей среды и устойчивым будущим, выдвигающими требования к двигателям с более низким уровнем выбросов, что в настоящий момент может быть достигнуто только путем снижения потребления топлива. Некоторыми концепциями, предложенными с целью снижения расхода топлива, являются процессы с разделенным циклом, изменение фаз газораспределения и переменная степень сжатия.

Процесс разделенного цикла имеет место, когда сжатие или расширение, или и то и другое, происходят в два или несколько этапов. Теоретически эта концепция должна обеспечивать повышение эффективности, но проверочное тестирование показало повышение механических и термических потерь, в результате чего преимущества недостаточно велики по сравнению с увеличением сложности, дополнительным весом и повышением стоимости производства.

В двигателях с искровым зажиганием с постоянной степенью сжатия, в которых для управления выходной мощностью используются дроссели на впуске, снижение коэффициента заполнения вызывает пониженное давление в конце такта сжатия. Соответственно, по мере уменьшения коэффициента заполнения уменьшается коэффициент полезного действия. Для поддержания стабильного коэффициента полезного действия, и следовательно увеличения общей эффективности, в зависимости от коэффициента заполнения должен регулироваться коэффициент сжатия. Двигатели с переменной степенью сжатия позволяют изменять объем над поршнем в верхней мертвой точке (ВМТ). При использовании в автомобилях это необходимо осуществлять динамически в ответ на нагрузку и требования при вождении, поскольку при более высокой нагрузке для большей эффективности требуется понижение степени сжатия, и

наоборот. Однако эта концепция требует сложных и тяжелых механизмов, что приводит к повышению производственных затрат. На практике эта концепция также имеет недостатки, связанные с вибрациями. Пример существующего уровня техники раскрыт в патенте EP1170482.

5 Технологии регулируемых фаз газораспределения, известные также как регулируемое поднятие клапанов и изменяемое газораспределение (используемые под различными названиями компаниями Ниссан, БМВ, Форд, Феррари и Ламборджини), позволяют регулировать время открытия (а также подъем, продолжительность или и то и другое) клапанов со стороны впуска или
10 выпуска при работе двигателя. Изменение фаз газораспределения может обеспечить преимущества внутренней рециркуляции отработавших газов, увеличения крутящего момента и улучшения топливной экономичности, но дорого в производстве.

 Другой концепцией с полезными признаками является шотландский
15 механизм. Некоторыми из его особенностей являются точное синусоидальное возвратно-поступательное движение частей, полный динамический массовый баланс, делающий его свободным от вибраций, и простые варианты конструкций поршневых устройств двойного действия. Шотландские механизмы широко используются в поршневых насосах, исполнительных механизмах клапанов,
20 швейных машинах и двигателях, как видно в патенте США 2012272758.

Сущность изобретения

 Задачей настоящего изобретения является создание двигателя внутреннего сгорания, содержащего вышеуказанные концепции, в котором
25 устранены указанные выше недостатки для снижения выбросов.

 Указанные задачи полностью или частично достигнуты в двигателе согласно независимым пунктам формулы изобретения. Предпочтительные варианты осуществления изложены в зависимых пунктах формулы изобретения.

 В соответствии с первым аспектом изобретение относится к оппозитному
30 двигателю с двумя по существу зеркально-симметричными сторонами двигателя, содержащему коленчатый вал, к которому присоединены по меньшей мере два основных узла шотландского механизма, каждый из которых имеет один основной поршень, расположенный внутри одного основного цилиндра каждой стороны двигателя, и по меньшей мере один вспомогательный узел
35 шотландского механизма, имеющий пару вспомогательных поршней, расположенных внутри пары вспомогательных цилиндров каждой стороны двигателя, причем основные узлы шотландского механизма расположены на

коленчатом валу согласованно, и по меньшей мере один вспомогательный узел шотландского механизма расположен на коленчатом валу со смещением на 180° , причем каждый вспомогательный поршень образует наружное пространство и внутреннее пространство внутри каждого вспомогательного цилиндра, причем
5 внутреннее пространство обращено к противоположной стороне двигателя, при этом указанные внутренние пространства каждой пары вспомогательных цилиндров соединены по текучей среде и образуют камеру сжатия, причем указанная камера сжатия содержит первый и второй обратные клапаны, при этом пара вспомогательных цилиндров выполнена с возможностью всасывания
10 воздуха из окружающей среды через первый обратный клапан и сжатия и выпуска указанного воздуха через второй обратный клапан в основной цилиндр противоположной стороны двигателя, и указанные внешние пространства каждой пары вспомогательных цилиндров соединены по текучей среде и принимают сжатые отработавшие газы из основного цилиндра той же стороны двигателя.

Преимущество такого двигателя заключается в том, что он позволяет осуществлять два процесса разделенного цикла, т. е. процесс сжатия и процесс расширения. В процессе расширения вместо разрядки остаточного давления в основном цилиндре после полного хода расширения, остаточное давление во всех основных цилиндрах передается во внешнее пространство
20 соответствующей пары вспомогательных цилиндров, так что его можно использовать для дополнительной передачи мощности коленчатому валу и/или для процесса сжатия; таким образом, увеличивается коэффициент полезного действия двигателя, что, в свою очередь, способствует уменьшению выбросов. В процессе сжатия вместо начала такта сжатия при заполненном воздухом при атмосферном давлении основном цилиндре, такт сжатия начинается при
25 заполненном сжатым воздухом основном цилиндре; таким образом, уменьшаются потребление топлива и выбросы.

Другое преимущество такого двигателя заключается в том, что узел шотландского механизма возвратно-поступательного хода способствует
30 уменьшению вибраций в двигателе. Шотландский механизм также обеспечивает стабилизацию поршней в осевом направлении.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения вспомогательные поршни содержат расположенные по окружности канавки для захвата давления. Поскольку поршни стабилизированы в осевом направлении,
35 замена поршневых колец на канавки для захвата давления значительно уменьшает трение между вспомогательными поршнями и гильзами

вспомогательных цилиндров. Это снижение трения обеспечивает улучшения в отношении механических потерь.

Согласно второму аспекту настоящее изобретение относится к оппозитному двигателю, в котором каждый основной узел шотландского механизма содержит шток основного поршня с многоугольным поперечным сечением для каждой стороны двигателя, причем каждый шток основного поршня: на первом конце имеет шарнирное соединение с соответствующим основным поршнем; на втором конце имеет резьбовое соединение со шпилькой, выступающей из соответствующего основного ползуна; и охвачен продольно скользящей червячной шестерней.

С помощью этого механизма достигается надежная и точная регулировка степени сжатия в основных цилиндрах, и в то же время конструкция является несложной, что является улучшением с точки зрения веса и стоимости производства.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения червячные управляющие валы входят в зацепление с червячными шестернями одной с ними стороны двигателя, причем указанные червячные управляющие валы регулируются посредством гидравлических или электрических приводов. Таким образом, степень сжатия в двух основных цилиндрах одновременно регулируется одним управляющим валом, что увеличивает точность регулирования степени сжатия, а за счет использования гидравлических или электрических приводов точность увеличивается дополнительно.

Согласно третьему аспекту изобретение относится к оппозитному двигателю, содержащему два соединительных вала, соединяющих коленчатый вал и распределительные валы, управляющие впускными клапанами и выпускными клапанами основных цилиндров и выпускными клапанами вспомогательных цилиндров, при этом каждый соединительный вал: на первой концевой части содержит первые внутренние спиральные шлицы, входящие в зацепление с первыми внешними спиральными шлицами первого выступающего шпинделя первой конической шестерни соединительного вала, причем указанная первая коническая шестерня соединительного вала находится в зацеплении с конической шестерней распределительного вала, соединенной с распределительным валом; на второй концевой части содержит вторые внутренние спиральные шлицы, находящиеся в зацеплении со вторыми внешними спиральными шлицами второго выступающего шпинделя второй конической шестерни соединительного вала, причем указанная вторая коническая шестерня соединительного вала находится в зацеплении с шестерней

коленчатого вала, соединенной с коленчатым валом; и имеет длину, которая допускает некоторое продольное перемещение соединительного вала вдоль первого и второго выступающих шпинделей, причем первые внешние спиральные шлицы и вторые внешние спиральные шлицы имеют
5 противоположную нарезку, и первые внутренние спиральные шлицы и вторые внутренние спиральные шлицы имеют противоположную нарезку.

С помощью этого механизма достигается надежная и точная регулировка фаз газораспределения, и в то же время конструкция является несложной, что является улучшением с точки зрения веса и стоимости производства.

10 В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения соединительные валы регулируют в продольном направлении одновременно посредством гидравлических или электрических приводов. За счет этого повышается точность.

Согласно другому варианту осуществления настоящего изобретения,
15 оппозитный двигатель содержит распределительный вал с двойным кулачком в средней области. Двойной кулачок позволяет одному распределительному валу приводить в действие как вспомогательную пару цилиндров, так и два основных цилиндра одной стороны двигателя, см. таблицу 1.

Основные цилиндры и внешние пространства пары вспомогательных
20 цилиндров одной с ними стороны двигателя предпочтительно соединены с помощью пластины седла клапана для обеспечения процесса расширения разделенного цикла.

Камеры сжатия и основные цилиндры предпочтительно соединены по
25 меньшей мере одним соединительным каналом для обеспечения процесса расширения разделенного цикла. За счет обеспечения воздушного охлаждения соединительного канала поток воздуха, подаваемого в основные цилиндры, дополнительно сжимается, что снижает расход топлива и выбросы.

Уравновешивание веса по меньшей мере одного вспомогательного узла шотландского механизма с весом по меньшей мере двух основных узлов
30 шотландского механизма снижает вибрации в двигателе, что повышает его долговечность и характеристики.

Уплотнение нижней пластины цилиндра вокруг штока возвратно-
35 поступательного хода вспомогательного поршня делает камеру сжатия по существу герметичной для воздуха, что делает возможным процесс сжатия разделенного цикла.

Перечень фигур

Далее изобретение будет раскрыто со ссылкой на иллюстративные варианты осуществления, показанные на прилагаемых чертежах, в которых:

- На фиг. 1 показан вид двигателя в сборе в изометрии,
 5 На фиг. 2 показаны отдельные части двигателя,
 На фиг. 3 показаны отдельные части двигателя,
 На фиг. 4 показан шотландский механизм,
 На фиг. 5 показан шотландский механизм,
 На фиг. 6 показан вертикальный разрез двигателя,
 10 На фиг. 7 показаны отдельные части двигателя,
 На фиг. 8 а и в показаны отдельные части двигателя,
 На фиг. 9 показан вид двигателя в частичном горизонтальном разрезе, и
 На фиг. 10 показан изометрический вид двигателя, частично
 разобранного.

15

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

- На представленных чертежах показан двигатель внутреннего сгорания
 оппозитного типа. На фиг. 1 показан вид двигателя в сборе в изометрии.
 Двигатель разделен на две стороны R, L двигателя, которые образует плоскость
 20 Р симметрии, причем обе стороны R, L двигателя по существу являются
 зеркальными отображениями друг друга. Двигатель по настоящему изобретению
 может быть использован и в качестве односторонней конструкции.
 Односторонней конструкции необходим накопитель для первой ступени сжатия
 смеси, и из-за пульсаций в нем она работает с более низкой эффективностью.
 25 Поэтому предпочтительна двусторонняя конструкция.

Шотландский механизм

- В двигателе поступательное перемещение поршней 7, 8, движущихся
 внутри цилиндров, преобразуется во вращательное движение коленчатого вала 1
 посредством узлов 110, 120 шотландских механизмов. Как подробно показано на
 30 фиг. 4 и фиг. 5, двигатель имеет два типа узлов 110, 120 шотландских
 механизмов, соответственно, основной узел 110 шотландского механизма и
 вспомогательный узел 120 шотландского механизма. На фиг. 2 показан вариант
 конструкции со средним вспомогательным узлом 120 шотландского механизма и
 двумя внешними основными узлами 110 шотландского механизма.

- 35 Основные узлы 110 шотландских механизмов содержат основной ползун
 2, две половины 6 подшипника коленчатого вала, две шпильки 25, два штока 5
 основных поршней и два основных поршня 7. Основные поршни 7 соединены со

штоками 5 основных поршней шарнирными соединениями 28, показанными на местном виде b по фиг. 4. Основной поршень 7 имеет паз в шарнирном соединении 28, обеспечивающий возможность установки основного поршня 7 в боковом направлении на шток 5 основного поршня. Этот тип соединения 5 позволяет штоку 5 основного поршня свободно вращаться относительно основного поршня 7. Шток 5 основного поршня имеет шарнирное соединение 28 на первом конце и внутреннюю резьбу 27 на втором конце. Шток 5 основного поршня имеет многоугольное поперечное сечение. Шпильки 25 соединяют штоки 5 основных поршней с основным ползуном 2. Шпильки 25 могут быть 10 прикреплены к основному ползуну 2 посредством сварных или резьбовых соединений, альтернативно они также могут быть изготовлены в виде единой детали. Основной ползун 2 по существу прямоугольный с поверхностями 23 скольжения, полностью или частично занимающими верхнюю и нижнюю поверхности. Штоки 5 основных поршней расположены в центральных областях 15 двух боковых поверхностей основного ползуна 5 и имеют одинаковую длину. Основной ползун имеет прямоугольное отверстие, в котором установлены половины 6 подшипника коленчатого вала. Половины 6 подшипника коленчатого вала охватывают распределительный вал 1. Две половины 6 подшипника коленчатого вала выполнены с возможностью скользящего перемещения в 20 отверстиях в продольном направлении.

Вспомогательный узел 120 шотландского механизма содержит вспомогательный ползун 3, две половины 6 подшипника коленчатого вала, два штока 4 вспомогательных поршней и четыре вспомогательных поршня 8. Вспомогательные поршни 8 соединены со штоками 4 вспомогательных поршней с 25 помощью резьбового и/или болтового соединения. Штоки 4 вспомогательных поршней соединены со вспомогательным ползуном 3 с помощью резьбового и/или болтового соединения. Вспомогательный ползун 3 является по существу прямоугольным и имеет отверстие, аналогичное отверстию основного ползуна 2. Во вспомогательном узле 120 шотландского механизма использованы половины 30 6 подшипника коленчатого вала, аналогичные тем, что использованы в основном узле 110 шотландского механизма. К каждому из двух концов каждого штока 4 вспомогательных поршней присоединен один вспомогательный поршень 8. Два штока 4 вспомогательных поршней соединены с верхней и нижней поверхностями вспомогательного ползуна 3. Оба штока 4 вспомогательных 35 поршней выступают на одинаковое расстояние по обе стороны от вспомогательного ползуна 3, и оба штока 4 вспомогательных поршней имеют одинаковую длину. Это означает, что два вспомогательных поршня 8 первой

стороны R, L двигателя достигают верхней мертвой точки (ВМТ) одновременно с достижением двумя вспомогательными поршнями 8 второй стороны R, L двигателя нижней мертвой точки (НМТ), и наоборот. Вместо поршневых колец вспомогательные поршни 8 снабжены канавками 72 захвата давления.

5 Вес вспомогательного узла 120 шотландского механизма уравнивается равным суммарным весом двух основных узлов 110 шотландских механизмов. Это обычно достигается выбором материала, при котором подбирают материалы с желаемыми механическими свойствами, но с различной плотностью, например, сталь и алюминий.

10 На фиг. 3 показаны те же три узла 110, 120 шотландских механизмов, что и на фиг. 2. Узлы 110, 120 шотландских механизмов расположены в направляющих пазах 77 верхней направляющей пластины 50 и нижней направляющей пластины 51, которые установлены на опорной пластине 59 заднего подшипника коленчатого вала.

15 *Изменяемая степень сжатия*

На фиг. 3 показан механизм, обеспечивающий возможность изменения степени сжатия. Путем изменения верхней мертвой точки (ВМТ) основных поршней 7 может быть достигнуто относительно постоянное давление сжатия во всем диапазоне скоростей и нагрузок, т. е. конечное давление сжатия двигателя
20 остается равным выбранному значению независимо от степени заполнения смесью в основных цилиндрах I, III; II, IV. Механизм изменения степени сжатия в соответствии с настоящим изобретением использует червячные шестерни 13, 14 и червячные управляющие валы 11, 12 для регулировки ВМТ основных поршней 7.

25 Червячные шестерни 13, 14 с центральным многоугольным отверстием, соответствующим поперечному сечению штоков 5 основных поршней, расположены на штоках 5 основных поршней. Червячные шестерни 13, 14 выполнены с возможностью вращения штоков 5 основных поршней, в то время как штоки 5 поршней могут свободно скользить относительно червячных
30 шестерен 13, 14 в их продольном направлении. По мере поворота червячной шестерни 13, 14 шток 5 основного поршня перемещается по резьбе шпильки 25. Поскольку шпилька 25 неподвижна относительно основного ползуна 2, ход штока 5 основного поршня изменяет его расстояние расположения относительно основного ползуна 2. Это, в свою очередь, приводит к изменению расстояния
35 между основным поршнем 7 и соответствующим основным ползуном 2. При изменении расстояния между основным ползуном 2 и основным поршнем 7 ВМТ этого основного поршня 7 изменяется в равной пропорции.

На каждой стороне R, L двигателя расположен червячный управляющий вал 11, 12, который удерживает на месте нижняя пластина 52 цилиндра. Каждый червячный управляющий вал 11, 12 имеет червяк, находящийся в зацеплении с каждой червячной шестерней 13, 14 той же стороны R, L двигателя, в данном случае их два. Червячные шестерни 13, 14 и червячные управляющие валы 11, 12 противоположных сторон R, L двигателя предпочтительно выполнены с противоположными шестернями, например, червячные шестерни 14 левой стороны L двигателя имеют левые спиральные зубья и червячные шестерни 13 правой стороны R двигателя имеют правые спиральные зубья. Таким образом, при вращении червячных управляющих валов 11, 12 в одном и том же направлении ВМТ основных поршней 7 на обеих сторонах R, L двигателя изменяются одинаково, например, при повороте обоих червячных управляющих валов 11, 12 по часовой стрелке, ВМТ всех основных поршней опускается. Червячные управляющие валы 11, 12 могут приводиться в действие гидравлическими или электрическими приводами. Предпочтительно червячная передача имеет высокое передаточное отношение. Одно из преимуществ высокого передаточного отношения заключается в том, что оно обеспечивает точную регулировку верхней мертвой точки (ВМТ) основных поршней 7. Другое преимущество высокого передаточного отношения заключается в том, что оно исключает возможность вращения выходной стороны (червячного управляющего вала 11, 12), за счет вращения входной стороны (червячной шестерни 13, 14), что также известно как конструкция с самоторможением.

Процесс разделенного цикла

Использование известного процесса разделенного цикла согласно настоящему изобретению включает в себя двухэтапное сжатие и двухэтапное расширение. Указанные этапы разделены между основными цилиндрами I, III; II, IV и вспомогательными цилиндрами V, VII; VI, VIII. В варианте осуществления, показанном на чертежах, двигатель имеет четыре основных цилиндра I, III; II, IV и четыре вспомогательных цилиндра V, VII; VI, VIII. В качестве альтернативного варианта осуществления можно было бы удвоить число цилиндров путем добавления последовательно или параллельно.

На фиг. 6 показан вид в вертикальном разрезе двигателя, на котором правая сторона R двигателя показана полностью, а на левой стороне L двигателя большая часть неподвижных частей скрыты, а оставлено устройство клапанов, поршни и гильзы 67 вспомогательных цилиндров. Разрез сделан по центру вспомогательного ползуна 3 и четырех вспомогательных цилиндров V, VII; VI, VIII.

В каждом вспомогательном цилиндре V, VII; VI, VIII вспомогательный поршень 8 образует внешнее пространство и внутреннее пространство, причем внутреннее пространство, ближайшее к вспомогательному ползуну 3, используется для сжатия, а внешнее пространство используется для расширения. Разность давлений между внешним пространством и внутренним пространством вспомогательных цилиндров V, VII; VI, VIII составляет приблизительно до 6 бар при полной мощности. Вспомогательные поршни 8 выполнены из материала (предпочтительно из стали) с механическими и тепловыми свойствами, обеспечивающими некоторое просачивание горячих газов из внешнего пространства во внутреннее пространство, без возникновения эрозии вспомогательных поршней 8. Соответственно, вспомогательные поршни 8 вместо поршневых колец снабжены несколькими канавками 72 захвата давления. Зазор между вспомогательным поршнем 8 и гильзой 67 вспомогательного цилиндра очень мал. Центрирование поршней 8 осуществляется так, что их штоки 4 вспомогательных поршней стабилизированы в осевом направлении. Текучие среды, просачивающиеся между вспомогательным поршнем 8 и гильзой 67 вспомогательного цилиндра, улавливаются канавками 72 захвата давления. Также приемлемо, если некоторое количество текучих сред перемещаются с одной стороны вспомогательного поршня 8 на другую. Эта конструкция исключает механические потери на трение во вспомогательных цилиндрах 8, и они не требуют смазки.

Два вспомогательных цилиндра V, VII; VI, VIII одной стороны R, L двигателя оснащены парой противоположно направленных обратных клапанов 69, 70. Текучие среды могут поступать во внутреннее пространство через первый обратный клапан 69, расположенный в первом вспомогательном цилиндре V, VII; VI, VIII. При образовании во внутреннем пространстве вакуума первый обратный клапан 69 открывается и позволяет текучим средам поступать в него. Первый обратный клапан 69 является входом во внутреннее пространство, который предотвращает утечку текучих сред из внутреннего пространства. Через второй обратный клапан 70, расположенный во втором вспомогательном цилиндре V, VII; VI, VIII, текучие среды могут выходить из внутреннего пространства. При росте давления во внутреннем пространстве второй обратный клапан 70 открывается и позволяет текучим средам выйти. Второй обратный клапан 70 является выходом из внутреннего пространства, который предотвращает попадание текучих сред во внутреннее пространство. Сообщение по текучей среде между внутренними пространствами первого и второго вспомогательных цилиндров V, VII; VI, VIII обеспечено посредством соединительного канала 105,

корпуса или подобного (также показано на фиг. 7). Обратные клапаны 69, 70 расположены на дне каждого вспомогательного цилиндра V, VII; VI, VIII, которое является стороной, ближайшей к ползуну 3. В центре обратных клапанов 69, 70 предусмотрено отверстие, имеющее уплотняющую по поверхности контакта со штоками 4 возвратно-поступательного хода вспомогательных поршней. Обратные клапаны 69, 70 могут, например, содержать диски, уплотняющие дно вспомогательных цилиндров V, VII; VI, VIII, причем диски подпружинены в требуемом направлении до соответствующей предварительной нагрузки.

Эта конструкция делает объединенные внутренние пространства пары вспомогательных цилиндров V, VII; VI, VIII одной стороны R, L двигателя по существу герметичными, что, в свою очередь, обеспечивает всасывание окружающего воздуха во внутреннее пространство вспомогательными поршнями 8, а также обеспечивает сжатие окружающего воздуха дополнительными поршнями 8. Поток окружающего воздуха во внутреннее пространство регулируется дросселем 63. Воздушно-топливная смесь, выходящая из внутреннего пространства вспомогательных цилиндров V, VII; VI, VIII через второй обратный клапан 70, направляется через соединительный канал 62 во впускной коллектор основных цилиндров I, III; II, IV противоположной стороны R, L двигателя. Заряд сжатой воздушно-топливной смеси поступает в первый основной цилиндр I, III; II, IV, впускной клапан 31 которого открыт, а впускной клапан 31 второго основного цилиндра I, III; II, IV в этот момент закрыт. При полностью открытом дросселе коэффициент заполнения в основном цилиндре I, III; II, IV составляет до 200%. Основной цилиндр I, III; II, IV, принимающий заряд смеси, находится в своей НМТ. После того как заряд смеси попадает в основной цилиндр I, III; II, IV, впускной клапан 31 закрывается, и основной поршень 7 далее сжимает смесь в указанном основном цилиндре I, III; II, IV; отсюда двухэтапное сжатие. Последующий заряд смеси, поданный в указанный впускной коллектор, попадает во второй основной цилиндр I, III; II, IV впускной клапан 31 которого теперь открыт, и первый основной цилиндр I, III; II, IV с закрытым впускным клапаном 31.

Основные шотландские механизмы 110 расположены согласованно на коленчатом валу 1, а вспомогательный шотландский механизм 120 расположен на коленчатом валу 1 со смещением на 180°. Это означает, что когда основные поршни 7 стороны R, L двигателя находятся в ВМТ, вспомогательные поршни 8 той же стороны R, L двигателя находятся в НМТ. В Таблице 1 показаны стадии, происходящие во всех цилиндрах I, III; II, IV, V, VII; VI, VIII в течение полного цикла.

На фиг. 7 показан вид двигателя в изометрии с вырезом четверти. На чертеже показана нижняя пластина 52 цилиндра, блок 81 цилиндров, пластина 54 седел клапанов, металлическая прокладка 55 и верхний блок 56 клапанов, причем разрез проходит через центр как основных цилиндров I, III; II, IV, так и вспомогательного цилиндра V, VII; VI, VIII, и их поршни 7, 8, а также штоки 4, 5 поршней удалены.

После завершения второго этапа двухэтапного сжатия в основном цилиндре I, III; II, IV происходит воспламенение заряда смеси посредством свечи зажигания 47. Затем в основном цилиндре I, III; II, IV происходит расширение, как и в обычном двигателе внутреннего сгорания. Когда под действием расширения основной поршень 7 перемещается в свою НМТ, внутри основного цилиндра I, III; II, IV остается некоторое давление отработавших газов. Это остаточное давление затем передается во вспомогательные цилиндры V, VII; VI, VIII для второго этапа расширения; отсюда двухэтапное расширение. Указанное расширение происходит в общем внешнем пространстве пары вспомогательных цилиндров V, VII; VI, VIII одной стороны R, L двигателя, и приводит к перемещению вспомогательных поршней 8 из своих ВМТ в свои НМТ.

Между блоком 81 цилиндров и верхним блоком 56 клапанов расположена пластина 54 седел клапанов. Пластина 54 седел клапанов обеспечивает перемещение текучей среды из основных цилиндров I, III; II, IV во вспомогательные цилиндры V, VII; VI, VIII той же стороны R, L двигателя. На фиг. 8 а и б показаны обе стороны пластины 54 седел клапанов. Пластина 54 седел клапанов предусмотрена на каждой стороне R, L двигателя. Каждая пластина 54 седел клапанов сопряжена с двумя основными цилиндрами и двумя вспомогательными цилиндрами V, VII; VI, VIII. Для основных цилиндров I, III; II, IV пластина 54 седел клапанов обеспечивает седло 101 впускного клапана, седло 102 выпускного клапана и седло 104 свечи зажигания. Для вспомогательных цилиндров V, VII; VI, VIII пластина 54 седел клапанов обеспечивает канал 100а для передачи текучей среды и седло 103 выпускного клапана. Указанный канал 100а для передачи текучей среды соединяет оба вспомогательных цилиндра V, VII; VI, VIII друг с другом и с обоими основными цилиндрами I, III; II, IV одной стороны R, L двигателя. Канал 100а для передачи текучей среды представляет собой канавку, выполненную на задней стороне пластины 54 седел клапанов, уплотненную металлической прокладкой 55. Сообщением между каналом 100а для передачи текучей среды и основными цилиндрами I, III; II, IV управляют выпускные клапаны 32, в то время как сообщение между каналом 100а для

передачи текучей среды и вспомогательными цилиндрами V, VII; VI, VIII постоянно открыто через передаточное впускное отверстие (100b).

После завершения в первом основном цилиндре I, III; II, IV первого этапа расширения его выпускной клапан 32 открывается. В этот момент основной поршень 7 указанного основного цилиндра находится в своей НМТ, а вспомогательные поршни 8 той же стороны R, L двигателя находятся в своих ВМТ. Отработавшие газы передаются из основного цилиндра I, III; II, IV во вспомогательные цилиндры V, VII; VI, VIII через канал 100а для передачи текучей среды. Второй этап расширения имеет место во внешнем пространстве вспомогательных цилиндров V, VII; VI, VIII. Второй этап расширения заканчивается, когда вспомогательные поршни достигают своих НМТ. В этот момент выпускной клапан 32 основного цилиндра I, III; II, IV закрывается, а выпускные клапаны 33 вспомогательных цилиндров V, VII; VI, VIII открываются. Отработавшие газы выходят через выпускные клапаны 33 вспомогательных цилиндров V, VII; VI, VIII в выпускной коллектор 65. Первая часть указанного выпускного коллектора 65 входит в состав верхнего блока 56 клапанов. К тому моменту, когда вспомогательные поршни 8 снова достигают своих ВМТ, все отработавшие газы покидают вспомогательные цилиндры V, VII; VI, VIII и выпускные клапаны 33 закрываются. Затем вспомогательные цилиндры V, VII, VI, VIII принимают новые сжатые отработавшие газы из второго основного цилиндра I, III; II, IV той же стороны R, L двигателя. Второй этап расширения является источником энергии для первого этапа сжатия и вращения коленчатого вала 1.

Нижняя пластина 52 цилиндра имеет отверстия, через которые проходят штоки 5 основных поршней и штоки 4 вспомогательных поршней. В областях нижней пластины 52 цилиндров, сопряженных с основными цилиндрами I, III; II, IV, предусмотрены дополнительные отверстия для прохода воздуха.

Такт	1	2	3	4
Поворот коленчатого вала	0/720°	180°	360°	540°
Поворот распределительного вала	0/360°	90°	180°	270°
Основной цилиндр I	(впуск) Основной	(сжатие) Основной	(рабочий ход) Основной	(выпуск) Основной

(правая сторона двигателя)	поршень 7 в верхней мертвой точке, впускной клапан 31 открывается, выпускной клапан 32 закрывается	поршень 7 в нижней мертвой точке, впускной клапан 31 закрывается, выпускной клапан 32 закрыт	поршень 7 в верхней мертвой точке, смесь воспламенена, оба клапана 31, 32 закрыты	поршень 7 в нижней мертвой точке, впускной клапан 31 закрыт, выпускной клапан 32 открывается
Основной цилиндр III (правая сторона двигателя)	(рабочий ход) Основной поршень 7 в верхней мертвой точке, смесь воспламенена, оба клапана 31, 32 закрыты	(выпуск) Основной поршень 7 в нижней мертвой точке, впускной клапан 31 закрыт, выпускной клапан 32 открывается	(впуск) Основной поршень 7 в верхней мертвой точке, впускной клапан 31 открывается, выпускной клапан 32 закрывается	(сжатие) Основной поршень 7 в нижней мертвой точке, впускной клапан 31 закрывается, выпускной клапан 32 закрыт
Вспомогательные цилиндры V и VII (правая сторона двигателя)	Вспомогательные поршни в нижней мертвой точке, выпускной клапан 33 открывается, впускной обратный клапан 69 открывается(?), выпускной обратный	Вспомогательные поршни в верхней мертвой точке, выпускной клапан 33 закрывается, впускной обратный клапан 69 закрывается, выпускной обратный	Вспомогательные поршни в нижней мертвой точке, выпускной клапан 33 открывается, впускной обратный клапан 69 открывается, выпускной обратный	Вспомогательные поршни в верхней мертвой точке, выпускной клапан 33 закрывается, впускной обратный клапан 69 закрывается, выпускной обратный

	клапан 70 закрывается(?)	клапан 70 открывается	клапан 70 закрывается	клапан 70 открывается
Основной цилиндр II (правая сторона двигателя)	(выпуск) Основной поршень 7 в нижней мертвой точке, впускной клапан 31 закрыт, выпускной клапан 32 открывается	(впуск) Основной поршень 7 в верхней мертвой точке, впускной клапан 31 открывается, выпускной клапан 32 закрывается	(сжатие) Основной поршень 7 в нижней мертвой точке, впускной клапан 31 закрывается, выпускной клапан 32 закрыт	(рабочий ход) Основной поршень 7 в верхней мертвой точке, смесь воспламенена, оба клапана 31, 32 закрыты
Основной цилиндр IV (левая сторона двигателя)	(сжатие) Основной поршень 7 в нижней мертвой точке, впускной клапан 31 закрывается, выпускной клапан 32 закрыт	(рабочий ход) Основной поршень 7 в верхней мертвой точке, смесь воспламенена, оба клапана 31, 32 закрыты	(выпуск) Основной поршень 7 в нижней мертвой точке, впускной клапан 31 закрыт, выпускной клапан 32 открывается	(впуск) Основной поршень 7 в верхней мертвой точке, впускной клапан 31 открывается, выпускной клапан 32 закрывается
Вспомогательные цилиндры II и VIII (левая сторона двигателя)	Вспомогательные поршни в верхней мертвой точке, выпускной клапан 33 закрывается, впускной	Вспомогательные поршни в нижней мертвой точке, выпускной клапан 33 открывается, впускной	Вспомогательные поршни в верхней мертвой точке, выпускной клапан 33 закрывается, впускной	Вспомогательные поршни в нижней мертвой точке, выпускной клапан 33 открывается, впускной

	обратный клапан 69 закрывается, выпускной обратный клапан 70 открывается	обратный клапан 69 открывается, выпускной обратный клапан 70 закрывается	обратный клапан 69 закрывается, выпускной обратный клапан 70 открывается	обратный клапан 69 открывается, выпускной обратный клапан 70 закрывается
Дополнение	Остаточное давление в основном цилиндре II передается во вспомогатель ные цилиндры VI и VIII для второго этапа расширения. Смесь из вспомогатель ных цилиндров V и VII передается в основной цилиндр IV для второго этапа сжатия.	Остаточное давление в основном цилиндре III передается во вспомогатель ные цилиндры V и VII для второго этапа расширения. Смесь из вспомогатель ных цилиндров II и VIII передается в основной цилиндр I для второго этапа сжатия.	Остаточное давление в основном цилиндре IV передается во вспомогатель ные цилиндры VI и VIII для второго этапа расширения. Смесь из вспомогатель ных цилиндров V и VII передается в основной цилиндр II для второго этапа сжатия.	Остаточное давление в основном цилиндре I передается во вспомогатель ные цилиндры V и VII для второго этапа расширения. Смесь из вспомогатель ных цилиндров II и VIII передается в основной цилиндр III для второго этапа сжатия.

Таблица 1 - стадии четырехтактного цикла

Изменяемые фазы газораспределения

На фиг. 9 и 10 показан механизм, обеспечивающий возможность изменения фаз газораспределения в настоящем изобретении. Вращательное движение коленчатого вала 1 передается на два распределительных вала 30 посредством взаимосвязанных шестерен 16, 17а, 17b, 41 и соединительных валов 44, 45. За счет продольного регулирования соединительного вала 44, 45 изменяется вращение соответствующего распределительного вала 30

относительно вращения коленчатого вала 1, то есть, время открытия/закрытия клапанов изменяется относительно хода соответствующих поршней.

На фиг. 9 показан вид в горизонтальном разрезе правой стороны R двигателя со всеми компонентами, а также вид сверху левой стороны двигателя L, на котором не показано большинство статических компонентов. Разрез проходит через центр основных цилиндров I, III и ось соединительного вала 44.

На фиг. 10 показан изометрический вид двигателя, на котором с правой стороны R двигателя не показано большинство статических компонентов, а левая сторона L двигателя показана по существу полностью.

10 Передаточное отношение между коленчатым валом 1 и распределительными валами 30 составляет 2:1, т. е. распределительный вал 30 совершает один оборот при вращении коленчатого вала 1 на два оборота. За два оборота коленчатого вала 1 основные цилиндры I, III; II, IV проходят полный цикл (четыре такта). Вспомогательные цилиндры V, VII; VI, VIII проходят полный цикл
15 за вращение коленчатого вала 1 на один оборот. Поскольку впускные клапаны 31, выпускные клапаны 32 и выпускные клапаны 33 одной стороны R, L двигателя приводятся в действие одним и тем же распределительным валом 30, двойной кулачок 74, состоящий из двух частей по 180°, приводящий в действие выпускной клапан 33, расположен в средней части распределительного вала 30.

20 На первом конце коленчатого вала 1 расположен маховик 61, а на втором конце коленчатого вала 1 расположена коническая шестерня 16 коленчатого вала. На одном конце распределительных валов 30, ориентированном в том же направлении, что и второй конец коленчатого вала 1, расположена коническая шестерня 41 распределительного вала. Первая коническая шестерня 17a
25 соединительного вала, находящаяся в зацеплении с расположенной под углом 90° конической шестерней 16 коленчатого вала, расположена соосно со второй конической шестерней 17b соединительного вала, находящейся в зацеплении с расположенной под углом 90° конической шестерней 41 распределительного вала. Каждая из указанных конических шестерен 17a, 17b соединительных валов
30 имеет в центре выступающий, относительно короткий, шпindel 42a, 42b с наружными спиральными шлицами 20a, 20b. Первый шпindel 42a имеет левые внешние спиральные шлицы 20a, а второй шпindel 42b имеет правые внешние спиральные шлицы 20b, или наоборот. Указанные шпиндели 42a, 42b расположены соосно и направлены навстречу друг другу. Соединительный вал
35 44, 45 соединяет две конических зубчатых шестерни 17a, 17b соединительных валов одной стороны R, L двигателя. Соединительный вал 44, 45 имеет внутренние спиральные шлицы 22a, 22b, соответствующие тем, которые

расположены на валах 42а, 42b. Причем первый конец соединительного вала 44, 45 имеет правые внутренние спиральные шлицы 22а, а второй конец соединительного вала 44, 45 имеет левые внутренние спиральные шлицы 22b, или наоборот. В продольном направлении соединительный вал 44, 45 короче, чем расстояние между двумя коническими шестернями 17а, 17b соединительных валов. Соединительный вал 44, 45 имеет достаточную длину для того, чтобы всегда находиться в зацеплении с обоими шпинделями 42а, 42b, но достаточно короткий для того, чтобы обеспечить некоторый люфт в продольном направлении.

10 Для одновременного осевого перемещения двух соединительных валов 44, 45 они соединены между собой в продольном направлении. Регулировка соединительных валов 44, 45 может осуществляться гидравлическими или электрическими линейными приводами.

15 Список ссылочных позиций:

(I, III; II, IV) – основные цилиндры (правой стороны двигателя; левой стороны двигателя)

(V, VII; VI, VIII) – вспомогательные цилиндры (правой стороны двигателя; левой стороны двигателя)

20 P – плоскость

L - левая сторона двигателя

R - правая сторона двигателя

1 – коленчатый вал

2 – основной ползун

25 3 – вспомогательный ползун

4 – шток вспомогательного поршня

5 – шток основного поршня

6 – половина подшипника коленчатого вала

7 – основной поршень

30 8 - вспомогательный поршень

9 - передний подшипник коленчатого вала

10 – задний подшипник коленчатого вала

11 – червячный управляющий вал (правой стороны двигателя)

12 - червячный управляющий вал (левой стороны двигателя)

35 13 – червячная шестерня (правой стороны двигателя)

14 – червячная шестерня (левой стороны двигателя)

15 – масляный насос системы смазки

- 16 – коническая шестерня (коленчатого вала)
- 17a – первая коническая шестерня (соединительного вала)
- 17b – вторая коническая шестерня (соединительного вала)
- 18 – подшипник соединительного вала
- 5 20a – внешние спиральные шлицы (противоположные 20b)
- 20b – внешние спиральные шлицы (противоположные 20a)
- 22a – внутренние спиральные шлицы (противоположные 22b)
- 22b – внутренние спиральные шлицы (противоположные 22a)
- 23 – поверхность скольжения
- 10 25 – шпилька
- 27 – внутренняя резьба (штока основного поршня)
- 28 – шарнирное соединение
- 30 – распределительный вал
- 31 – впускной клапан
- 15 32 – выпускной клапан
- 33 – выпускной клапан
- 34 – пружина клапана
- 35 – шайба пружины
- 36 – регулировочный винт зазора выпускного клапана
- 20 37 – регулировочный винт зазора основного клапана
- 38 – траверса основных клапанов
- 40 – направляющий штифт траверсы основных клапанов
- 41 – коническая шестерня (распределительного вала)
- 42a – шпиндель (шестерни 17a)
- 25 42b – шпиндель (шестерни 17b)
- 44 – соединительный вал (правой стороны двигателя)
- 45 – соединительный вал (левой стороны двигателя)
- 46 – корпус шестерен распределительного вала
- 47 – свеча зажигания
- 30 48 – корпус правого распределительного вала
- 49 – корпус левого распределительного вала
- 50 – верхняя направляющая пластина
- 51 – нижняя направляющая пластина
- 52 – нижняя пластина цилиндра
- 35 53 – блок цилиндров
- 54 – пластина седел клапанов
- 55 – металлическая прокладка

- 56 – верхний блок клапанов
59 – пластина подшипника коленчатого вала
60 – масляный поддон
61 – маховик
5 62 – соединительный канал
63 – дроссель
65 – выпускной коллектор
66 – форсунка впрыска топлива
67 – гильза вспомогательного цилиндра
10 68 - гильза основного цилиндра
69 – обратный клапан (впускной)
70 - обратный клапан (выпускной)
71а – пружина (для обратных клапанов)
71b – диск (для впускных обратных клапанов)
15 71с – диск (для выпускных обратных клапанов)
72 – канавка удержания давления
74 – двойной кулачок
77 – направляющий паз
81 – блок цилиндров
20 100а – канал передачи текучей среды
100b - передаточное впускное отверстие (вспомогательного цилиндра)
101 – седло впускного клапана (основного цилиндра)
102 - седло выпускного клапана (основного цилиндра)
103 - седло выпускного клапана (вспомогательного цилиндра)
25 104 – седло свечи зажигания
105 – канал
110 – основной узел шотландского механизма
111 – рубашка водяного охлаждения
120 – вспомогательный узел шотландского механизма
30

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Оппозитный двигатель с двумя по существу зеркально-симметричными сторонами (L, R) двигателя, содержащий коленчатый вал (1), к которому
5 присоединены:

по меньшей мере два основных узла (110) шотландского механизма, каждый из которых имеет один основной поршень (7), расположенный внутри одного основного цилиндра (I, III; II, IV) каждой стороны (R; L) двигателя, и

10 по меньшей мере один вспомогательный узел (120) шотландского механизма, имеющий пару вспомогательных поршней (8), расположенных внутри пары вспомогательных цилиндров (V, VII; VI, VIII) каждой стороны (R; L) двигателя,

15 причем основные шотландские механизмы (110) расположены согласованно на коленчатом валу (1), а вспомогательный узел (120) шотландского механизма расположен на коленчатом валу (1) со смещением на 180°,

каждый вспомогательный поршень (7) образует наружное пространство и внутреннее пространство внутри каждого вспомогательного цилиндра (V, VII; VI, VIII), причем внутреннее пространство обращено к противоположной стороне (R; L) двигателя, причем
20

указанные внутренние пространства каждой пары вспомогательных цилиндров (V, VII; VI, VIII) соединены по текучей среде и образуют камеру сжатия, причем указанная камера сжатия содержит первый и второй обратные клапаны (69, 70), при этом пара вспомогательных цилиндров (V, VII; VI, VIII) выполнена с
25 возможностью всасывания воздуха из окружающей среды через первый обратный клапан (69), сжатия и выпуска указанного воздуха через второй обратный клапан (70) в основной цилиндр (I, III; II, IV) противоположной стороны (R; L) двигателя, и

указанные внешние пространства каждой пары вспомогательных цилиндров (V, VII; VI, VIII) соединены по текучей среде и принимают сжатые отработавшие газы из основного цилиндра (I, III; II, IV) той же стороны (R; L) двигателя.
30

2. Оппозитный двигатель по п. 1, отличающийся тем, что вспомогательные поршни (8) содержат расположенные по окружности канавки (72) для захвата давления.
35

3. Оппозитный двигатель по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что каждый основной узел (110) шотландского механизма содержит шток (5) основного поршня с многоугольным поперечным сечением, причем каждый шток (5) основного поршня:

5 на первом конце имеет шарнирное соединение с соответствующим основным поршнем (7);

 на втором конце имеет резьбовое соединение со шпилькой (25), выступающей из соответствующего основного ползуна (2);

 и охвачен продольно скользящей червячной шестерней (13; 14).

10

4. Оппозитный двигатель по п. 3, дополнительно содержащий червячные управляющие валы (11; 12), входящие в зацепление с червячными шестернями (13; 14), причем указанные червячные управляющие валы (11; 12) выполнены с возможностью регулирования посредством гидравлических или электрических

15

приводов.

5. Оппозитный двигатель по любому из предшествующих пунктов, содержащий два соединительных вала (44; 45), соединяющих коленчатый вал (1) и распределительные валы (30), управляющие впускными клапанами (31) и

20

выпускными клапанами (32) основных цилиндров (I, III; II, IV) и выпускными клапанами (33) вспомогательных цилиндров (V, VII; VI, VIII), при этом каждый соединительный вал (44; 45):

 на первой концевой части содержит первые внутренние спиральные шлицы (22а), входящие в зацепление с первыми внешними спиральными

25

шлицами (20а) первого выступающего шпинделя (42а) первой конической шестерни (17а) соединительного вала, причем указанная первая коническая шестерня (17а) соединительного вала находится в зацеплении с конической шестерней (41) распределительного вала, соединенной с распределительным валом (30);

30

 на второй концевой части содержит вторые внутренние спиральные шлицы (22b), находящиеся в зацеплении со вторыми внешними спиральными шлицами (20b) второго выступающего шпинделя (42b) второй конической шестерни (17b) соединительного вала, причем указанная вторая коническая шестерня (17b) соединительного вала находится в зацеплении с шестерней (16)

35

коленчатого вала, соединенной с коленчатым валом (1); и

имеет длину, которая допускает некоторое продольное перемещение соединительного вала (44; 45) вдоль первого и второго выступающих шпинделей (42a, 42b),

5 причём первые внешние спиральные шлицы (20a) и вторые внешние спиральные шлицы (20b) имеют противоположную нарезку, и первые внутренние спиральные шлицы (22a) и вторые внутренние спиральные шлицы (22b) имеют противоположную нарезку.

6. Оппозитный двигатель по п. 5, отличающийся тем, что предусмотрена
10 возможность регулирования соединительных валов (44; 45) в продольном направлении одновременно посредством гидравлических или электрических приводов.

7. Оппозитный двигатель по любому из предшествующих пунктов,
15 содержащий распределительный вал (30) с двумя кулачками для каждого основного цилиндра (I, III; II, IV) и двойным кулачком (74) для каждого вспомогательного цилиндра (V, VII; VI, VIII).

8. Оппозитный двигатель по любому из предшествующих пунктов,
20 отличающийся тем, что предусмотрена пластина (54) седел клапанов, расположенная между верхним блоком (56) клапанов и блоком (81) цилиндров на каждой стороне (R; L) двигателя, содержит:

два седла (101) впускных клапанов основного цилиндра;

два седла (102) выпускных клапанов основного цилиндра;

25 два передаточных впускных отверстия (100b) вспомогательного цилиндра;

два седла (103) выпускных клапанов вспомогательного цилиндра; и

канал (100a) для передачи текучей среды, соединенный по текучей среде с обоими седлами (102) выпускных клапанов основных цилиндров и обоими передаточными впускными отверстиями (100b) вспомогательного цилиндра.

30

9. Оппозитный двигатель по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что камеры сжатия и основные цилиндры (I, III; II, IV) соединены по меньшей мере одним соединительным каналом (62).

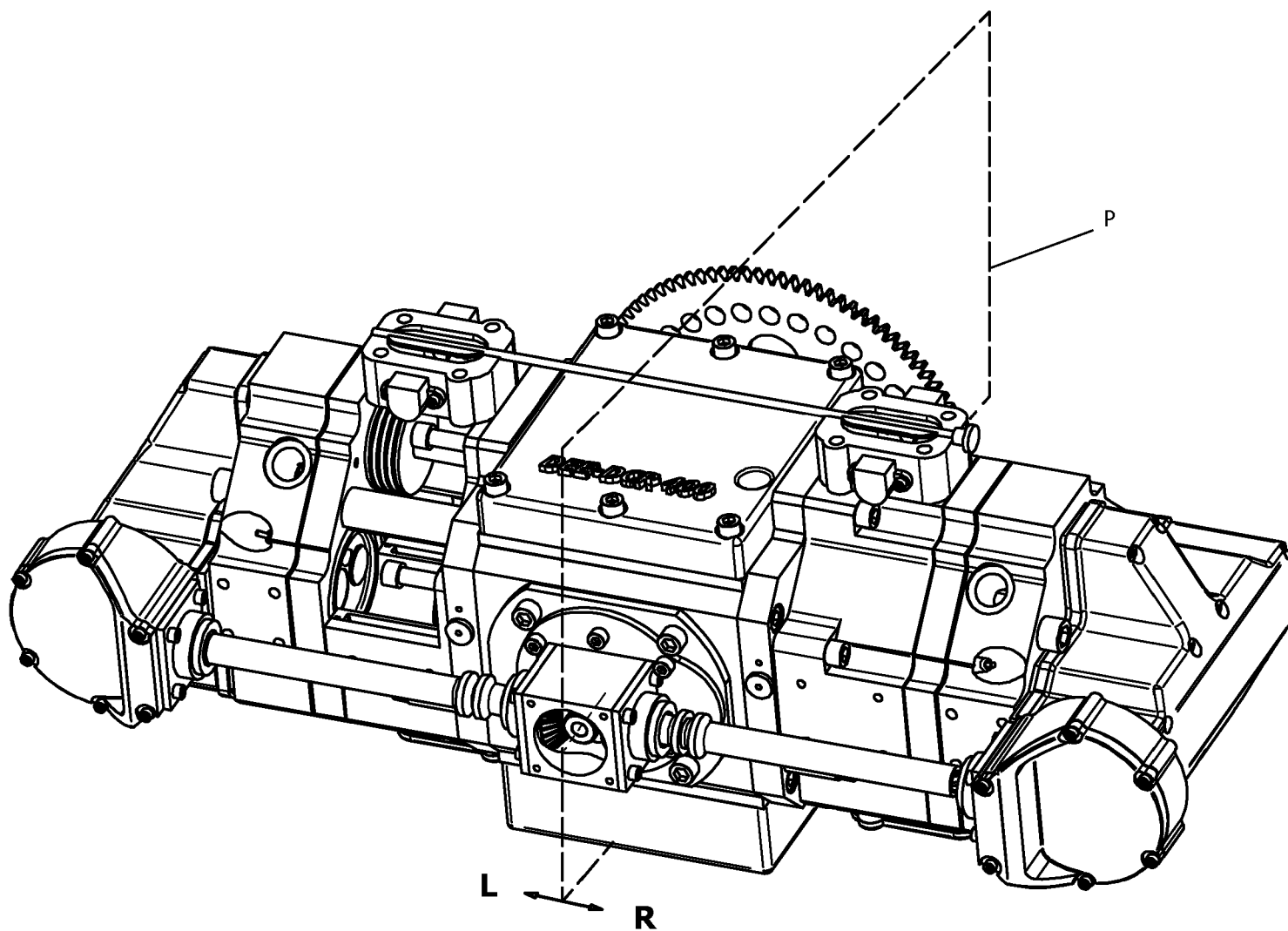
35 10. Оппозитный двигатель по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что по меньшей мере один соединительный канал (62) имеет воздушное охлаждение.

11. Оппозитный двигатель по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что вес по меньшей мере одного вспомогательного узла (120) шотландского механизма уравновешен с весом по меньшей мере двух основных узлов (110) шотландского механизма.

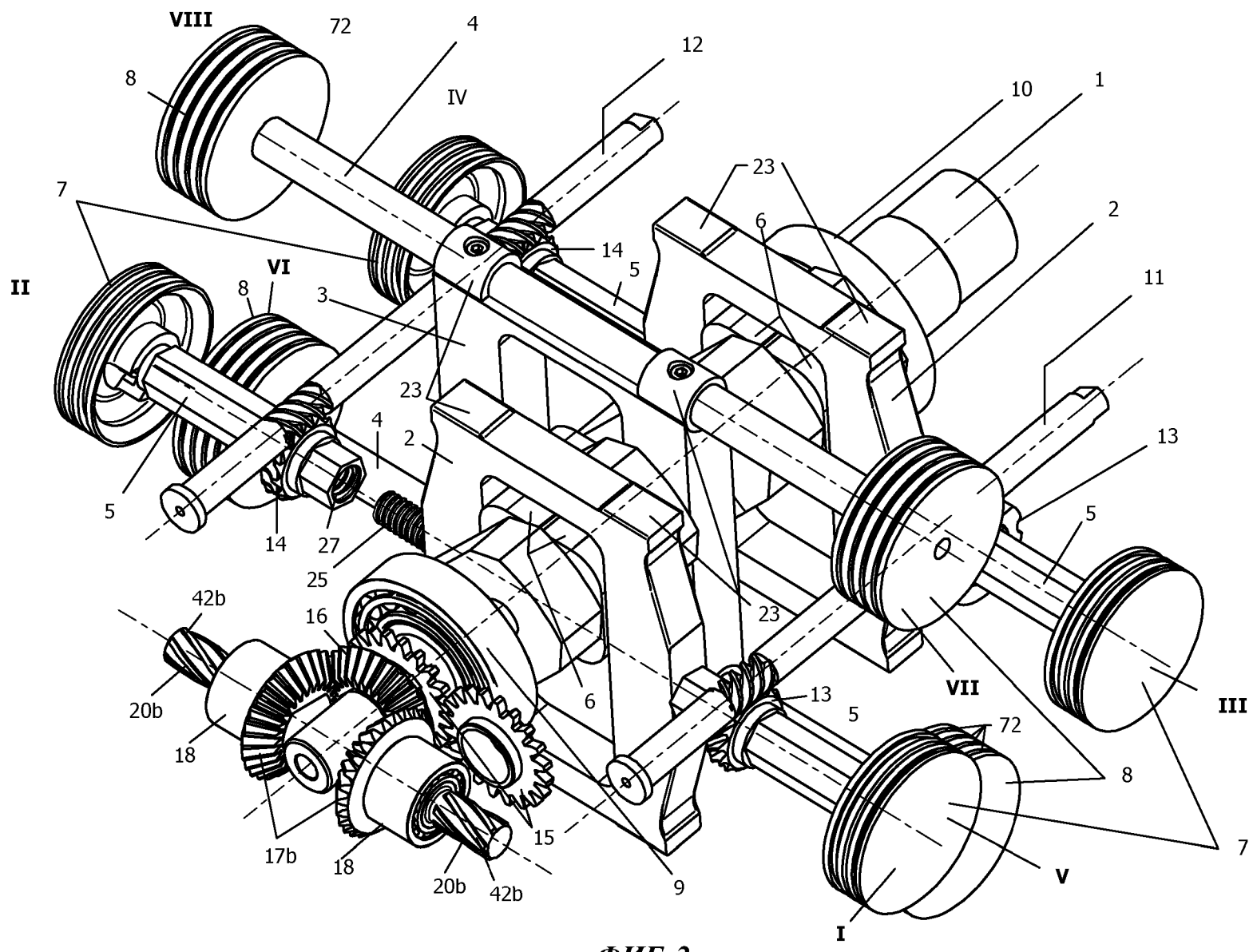
5

12. Оппозитный двигатель по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что нижняя пластина (52) цилиндра уплотнена вокруг штока 4 возвратно-поступательного хода вспомогательного поршня.

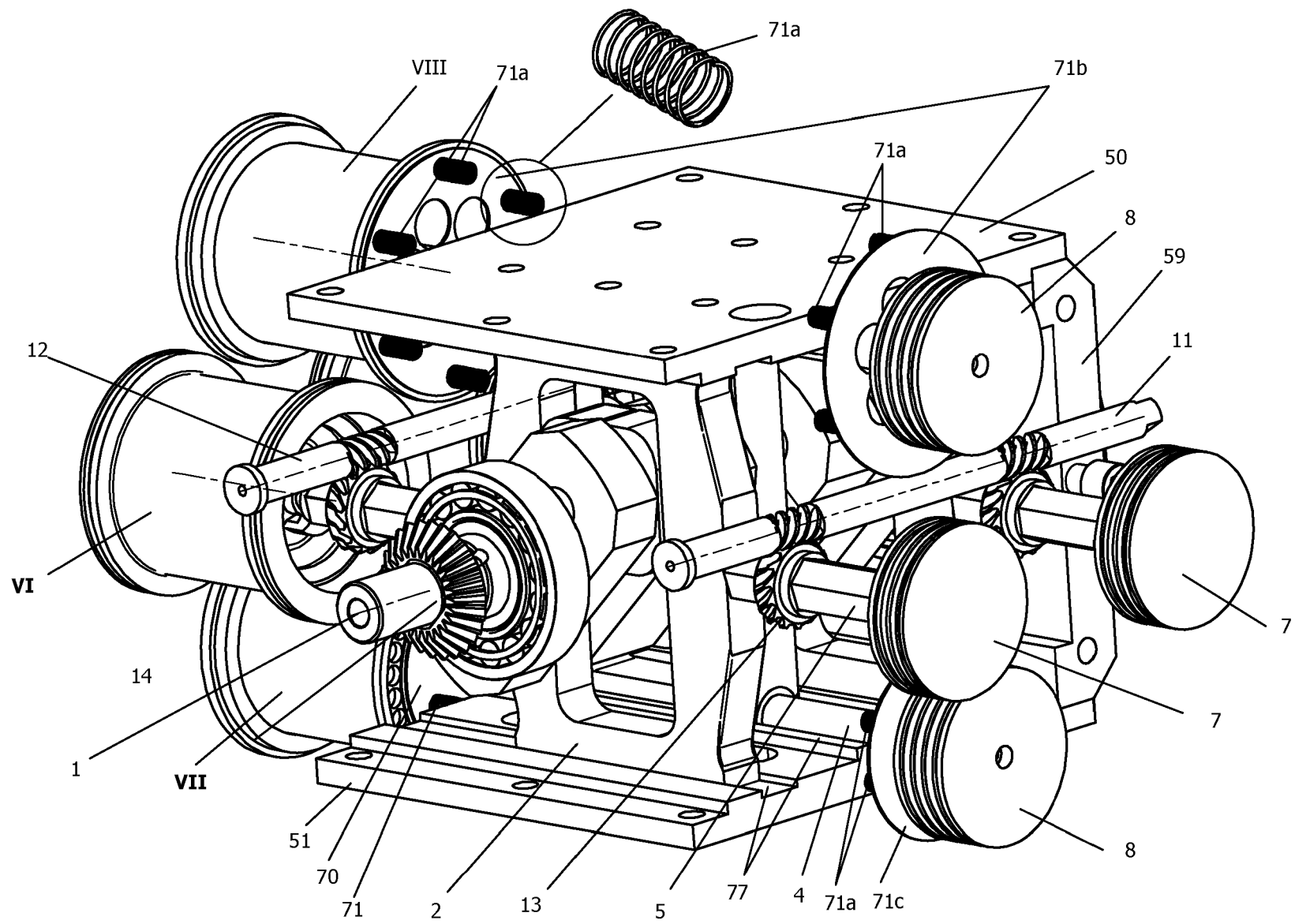
10



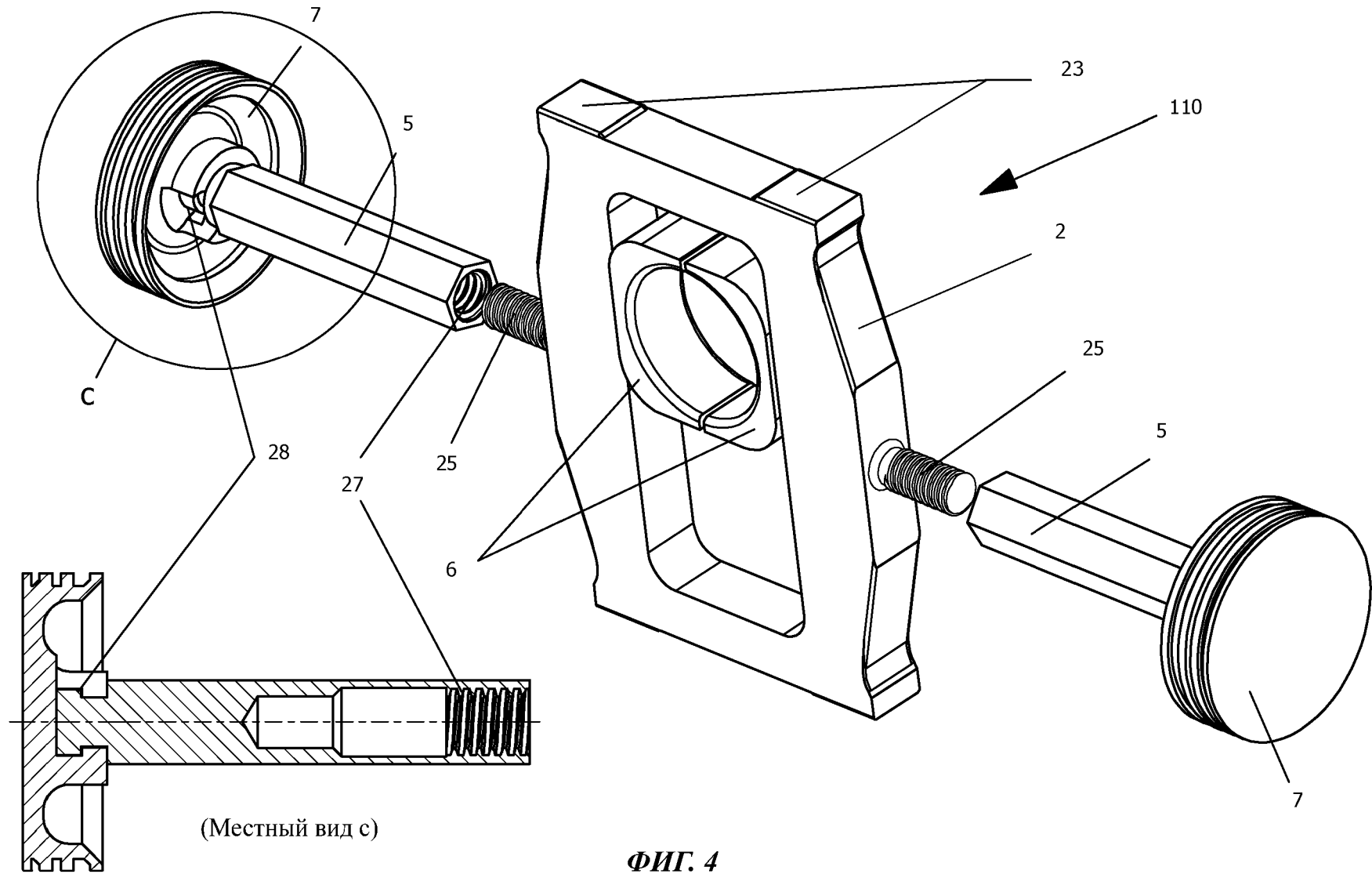
ФИГ. 1

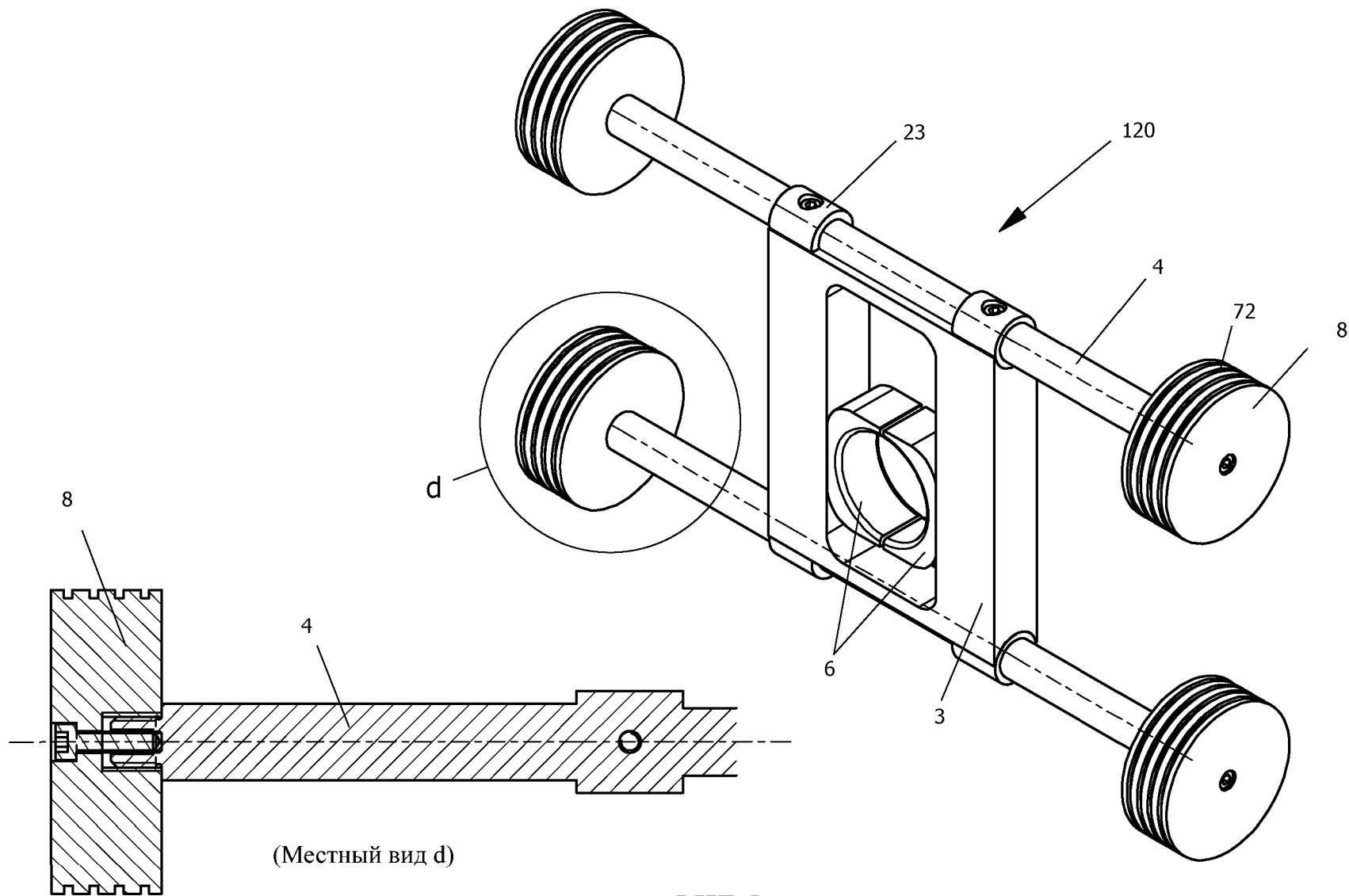


ФИГ. 2

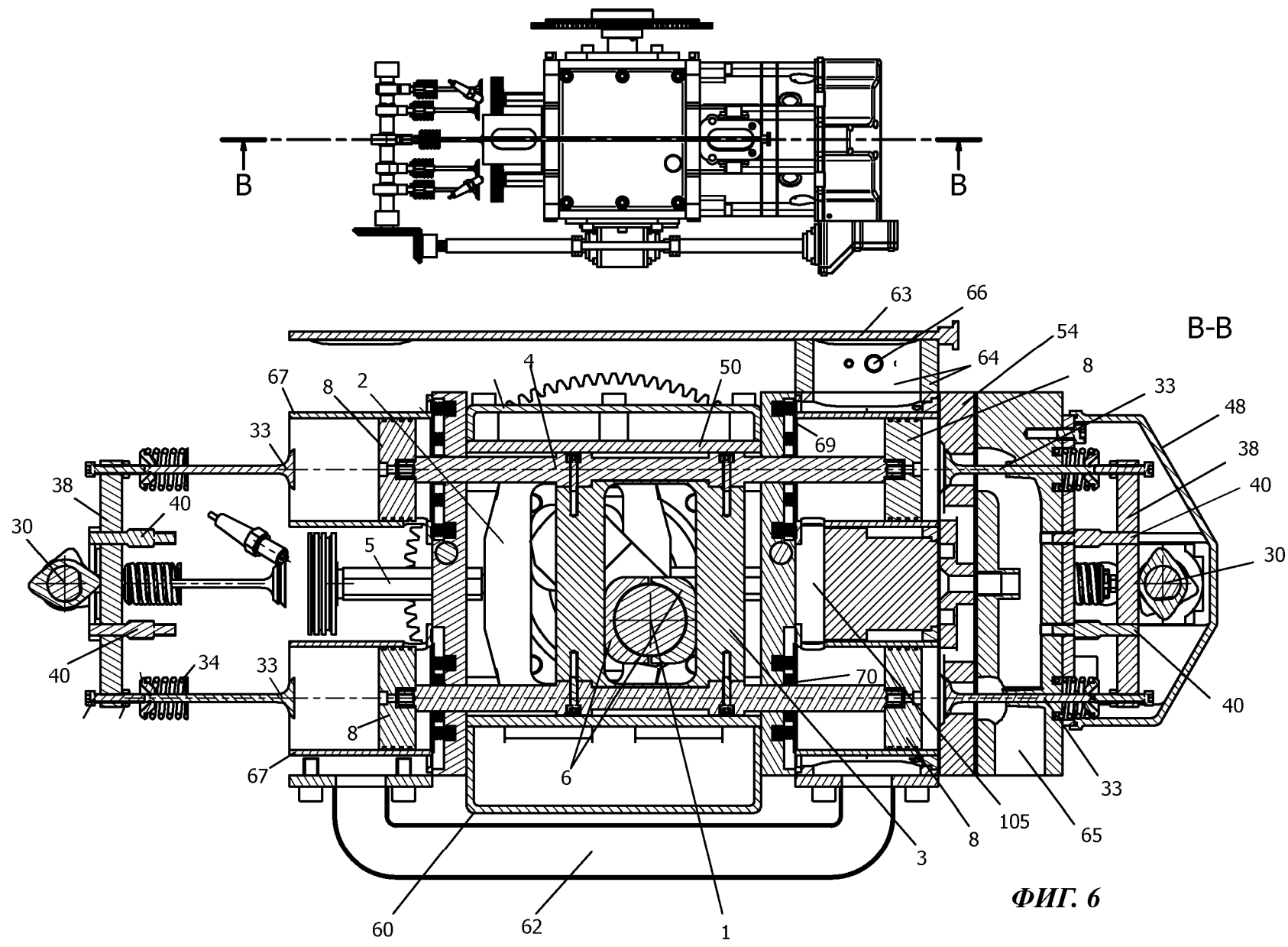


ФИГ. 3

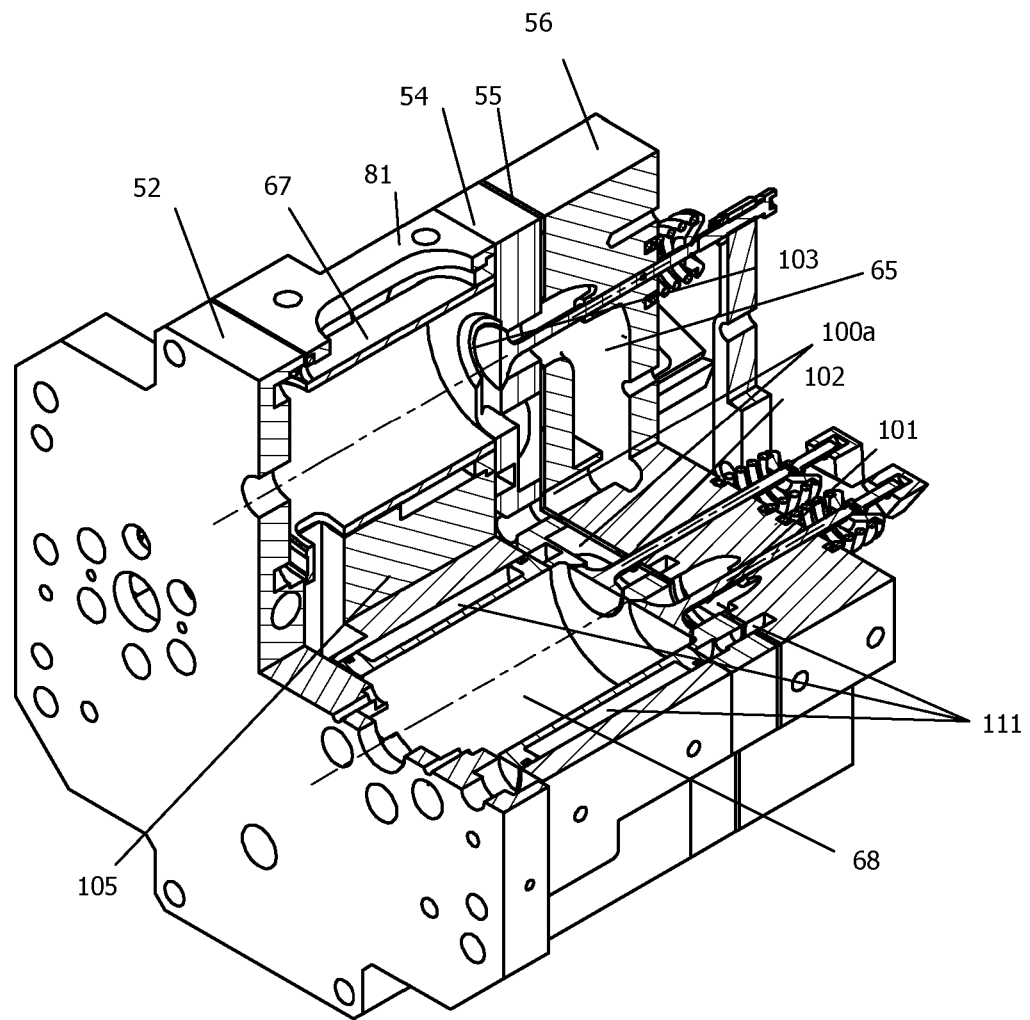




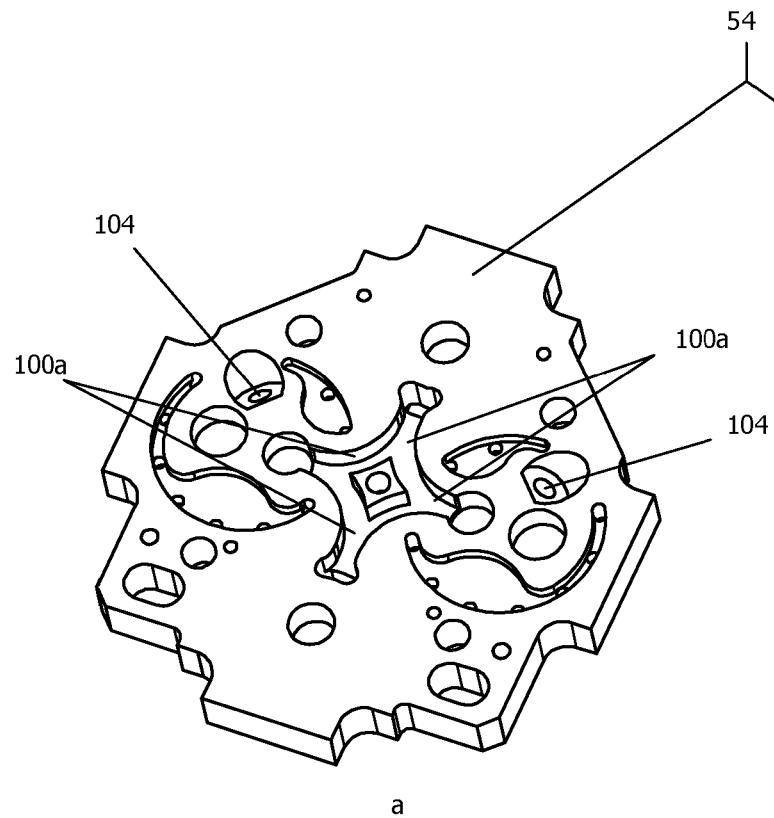
ФИГ. 5



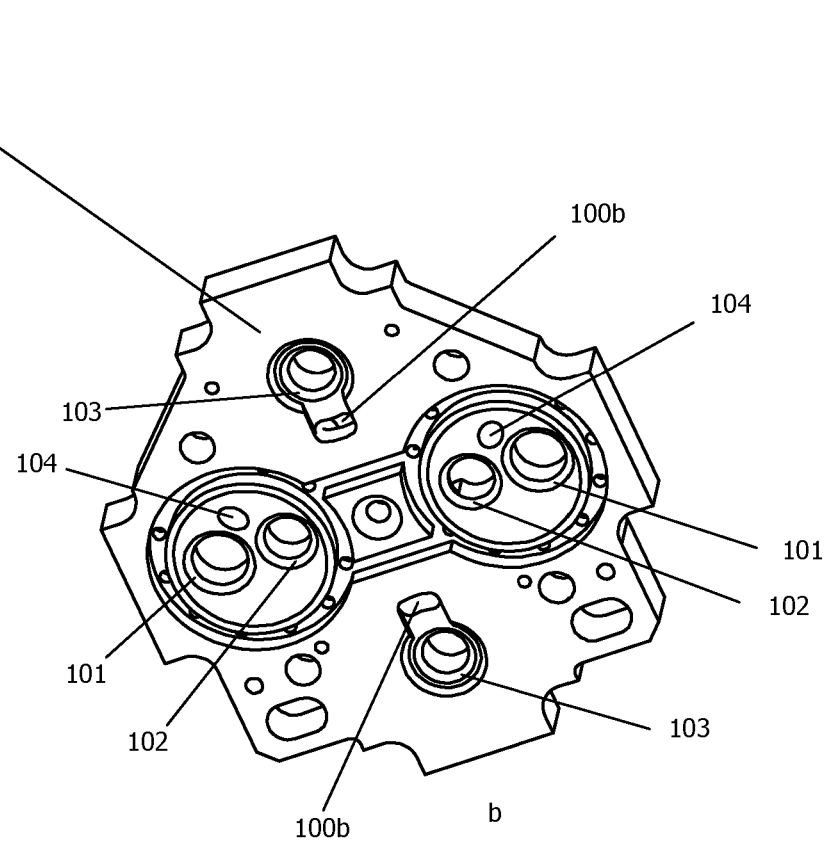
ФИГ. 6



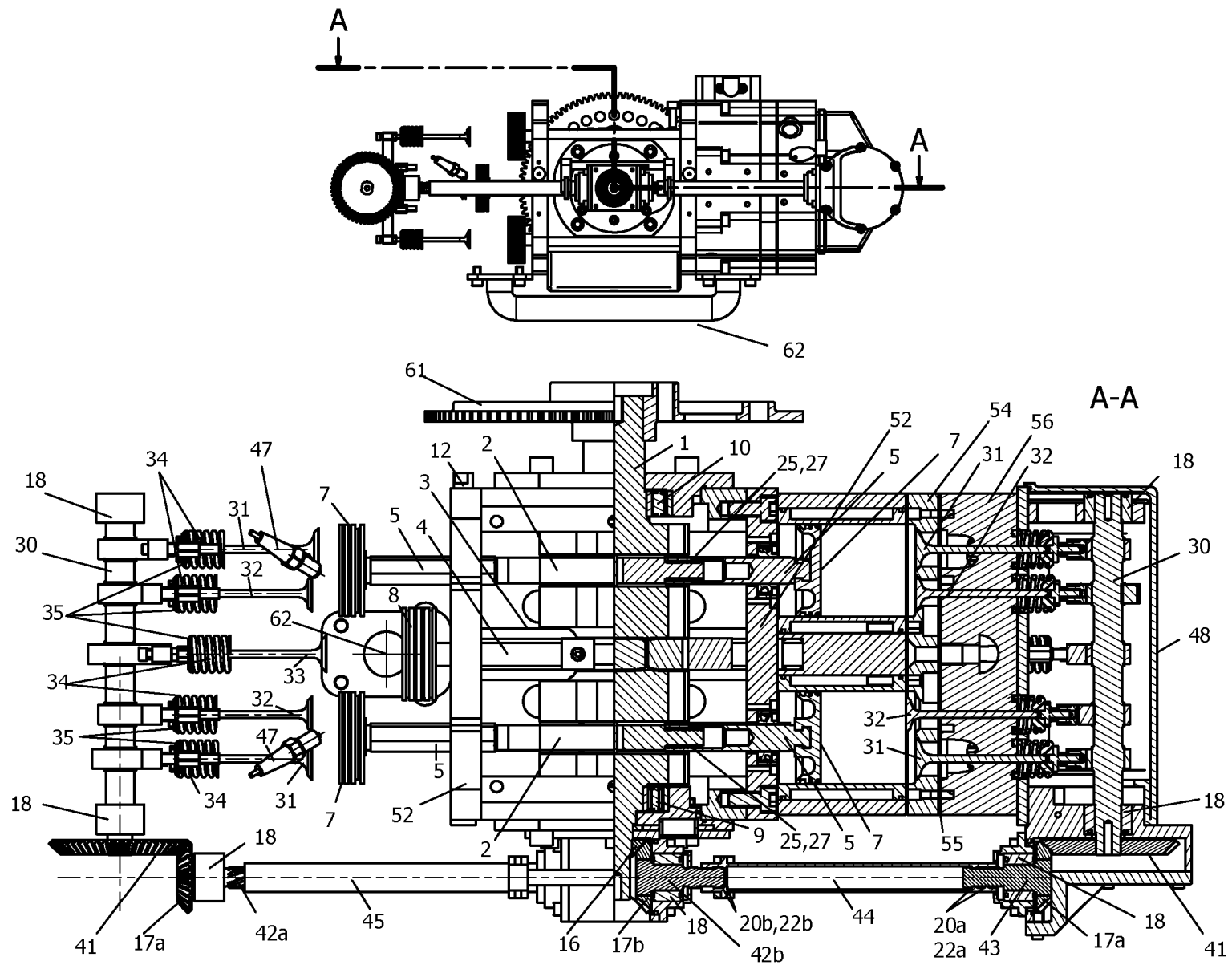
ФИГ. 7



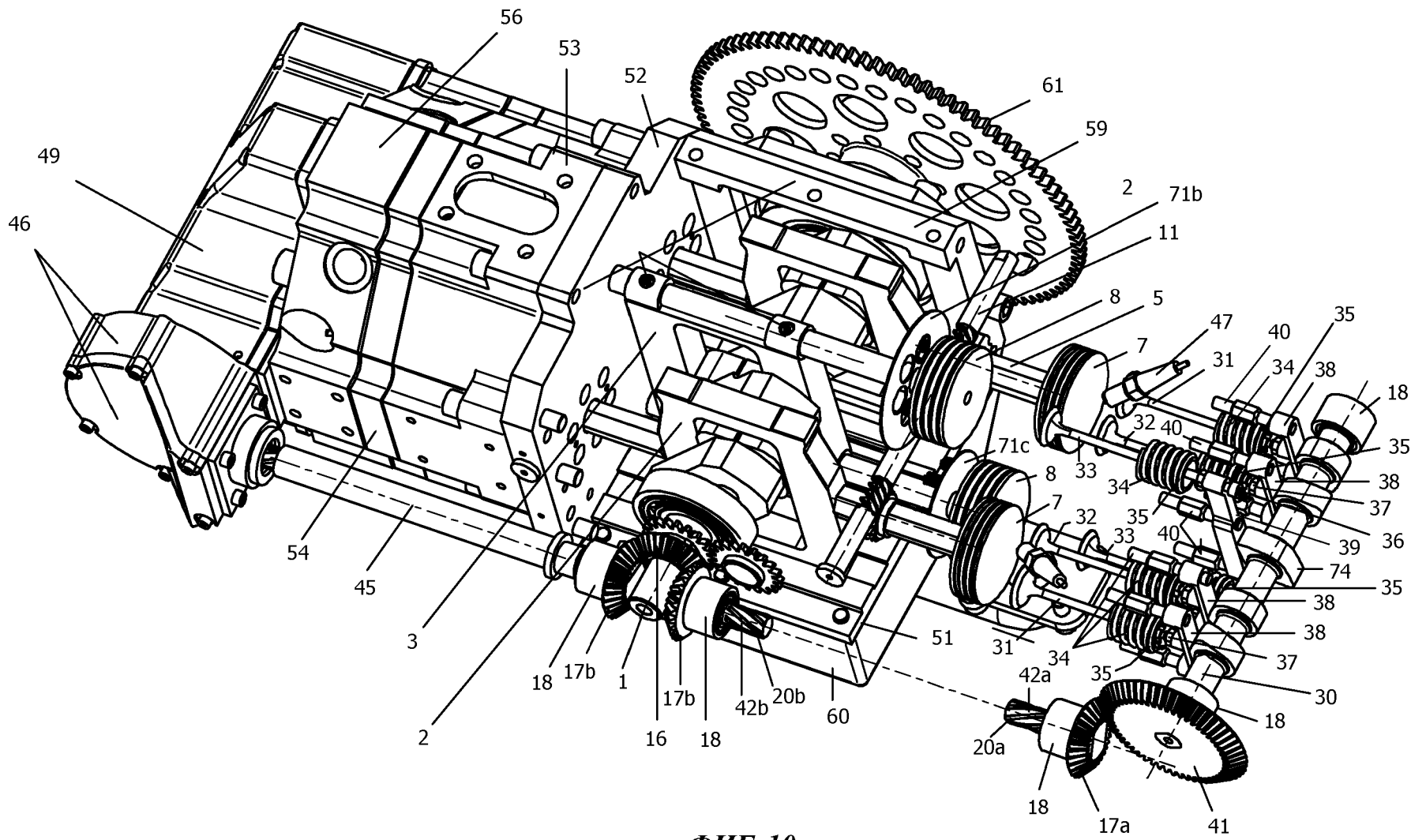
ФИГ. 8a



ФИГ. 8b



ФИГ. 9



ФИГ. 10