



(51) МПК
F01C 1/10 (2006.01)
F02B 53/00 (2006.01)
F01C 17/00 (2006.01)
F16H 19/04 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
 ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2004106790/06, 08.08.2002**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.08.2002

(30) Конвенционный приоритет:
09.08.2001 DE 10139286.9

(43) Дата публикации заявки: **10.05.2005**

(45) Опубликовано: **20.02.2007 Бюл. № 5**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **DE 19920289 C1, 06.07.2000. JP 58-138201 A, 17.08.1983. SU 1434200 A1, 30.10.1988. SU 1310559 A1, 15.05.1987.**

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу:
09.03.2004

(86) Заявка РСТ:
EP 02/08898 (08.08.2002)

(87) Публикация РСТ:
WO 03/014527 (20.02.2003)

Адрес для переписки:
**101000, Москва, М.Златоустинский пер., 10,
 кв.15, ЕВРОМАРКПАТ, пат.пов. И.А.Веселицкой,
 рег. № 11**

(72) Автор(ы):
**ШАПИРО Борис (DE),
 ЛЕВИТИН Лев (US),
 КРУК Наум (DE)**

(73) Патентообладатель(и):
**ШАПИРО Борис (DE),
 ЛЕВИТИН Лев (US),
 КРУК Наум (DE)**

(54) МАШИНА С ВРАЩАЮЩИМСЯ ПОРШНЕМ

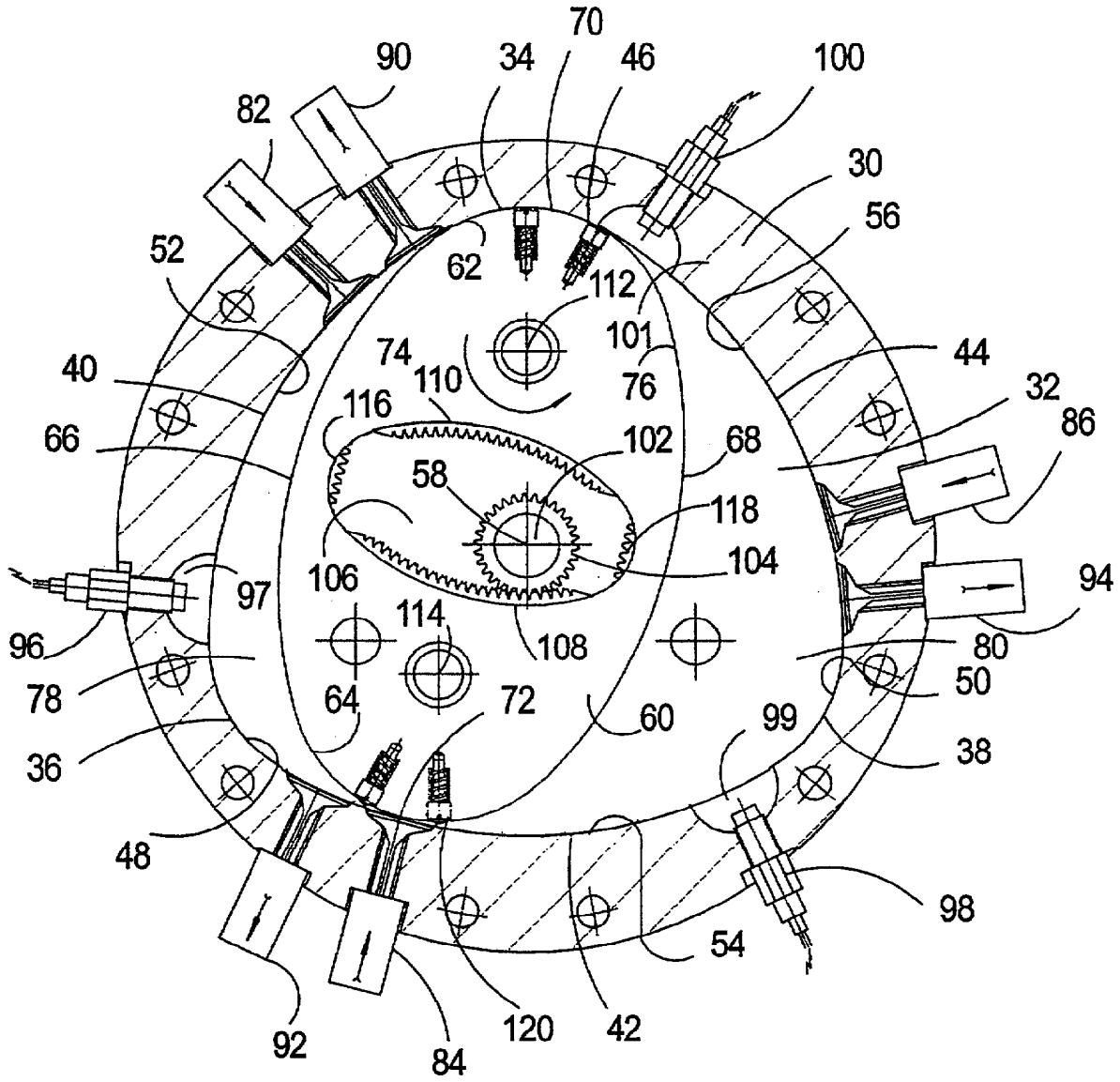
(57) Реферат:

Изобретение касается машин с вращающимся поршнем. Техническим результатом является повышение эффективности работы машины. Сущность изобретения заключается в том, что корпус (10) образует призматическую камеру (12), поперечный разрез которой является овалом нечетного порядка, который составлен попеременно из дуг (34, 36, 38) с первым, меньшим, радиусом кривизны и дуг (40, 42, 44) со вторым, большим, радиусом кривизны, которые переходят непрерывно и дифференцируемо одна в другую. При этом образуются соответствующие цилиндрические части внутренней поверхности камеры. В камере (12) находится вращающийся поршень (60), поперечный разрез которого образует овал, который имеет порядок на 1 меньше, чем порядок камеры (12). На

вращающемся поршне (60) образованы противоположащие друг другу части боковой поверхности, из которых соответственно одна вращается в части внутренней поверхности равного ей радиуса кривизны, а вторая прилегает к противоположной части внутренней поверхности так, что может скользить по ней. Вращающийся поршень (60) разделяет камеру (12) в любом положении на два рабочих пространства (78, 80). На срединной плоскости поршня определены фиксируемые на короткое время мгновенные оси вращения (112, 114) вращающегося поршня (60). В рабочие пространства периодически вводится рабочий агент для привода вращающегося поршня (60) в движение. Вращающийся поршень (60) вращается в каждой фазе движения в одной из противоположащих частей своей боковой поверхности (70) в соответствующей части

внутренней боковой поверхности (62) камеры вокруг соответствующей мгновенной оси вращения (112) и скользит противоположной частью своей боковой поверхности (72) по соответствующей противоположной части внутренней боковой поверхности (54) камеры (12), пока не придет в крайнее положение (т.е. до упора). Затем, для осуществления следующей фазы движения, мгновенная ось вращения перепрыгивает из прежнего положения во второе возможное

относительно поршня положение (114) и фиксируется в нем на короткое время. Ведомый или ведущий вал (102) находится в зацеплении с вращающимся поршнем (60). Чтобы предотвратить кинематическую неоднозначность мгновенной оси вращения в крайнем положении, мгновенная ось вращения механически фиксируется в каждом крайнем положении на некоторое время. 2 н. и 18 з.п. ф-лы, 79 ил.



ФИГ. 1

RU 2 2 9 3 8 4 7 C 2

RU 2 2 9 3 8 4 7 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

F01C 1/10 (2006.01)*F02B 53/00* (2006.01)*F01C 17/00* (2006.01)*F16H 19/04* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2004106790/06, 08.08.2002**(24) Effective date for property rights: **08.08.2002**(30) Priority:
09.08.2001 DE 10139286.9(43) Application published: **10.05.2005**(45) Date of publication: **20.02.2007 Bull. 5**(85) Commencement of national phase: **09.03.2004**(86) PCT application:
EP 02/08898 (08.08.2002)(87) PCT publication:
WO 03/014527 (20.02.2003)Mail address:
**101000, Moskva, M.Zlatoustinskij per., 10,
kv.15, EVROMARKPAT, pat.pov. I.A.Veselitskoj,
reg. № 11**(72) Inventor(s):
**ShAPIRO Boris (DE),
LEVITIN Lev (US),
KRUK Naum (DE)**(73) Proprietor(s):
**ShAPIRO Boris (DE),
LEVITIN Lev (US),
KRUK Naum (DE)**(54) **MACHINE WITH ROTATING PISTON**

(57) Abstract:

FIELD: mechanical engineering.

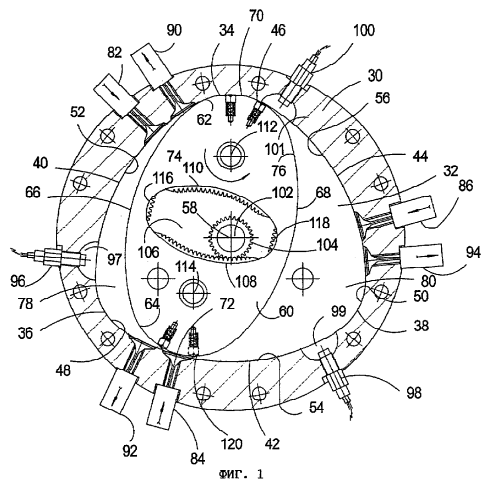
SUBSTANCE: according to invention, body 10 forms prismatic chamber 12 whose cross section is oval of odd order formed from arcs 34, 36, 38 with first smaller radius of curvature and arcs 40, 42, 44 with second, larger radius of curvature changing continuously and differentially one into the other. Thus, corresponding cylindrical parts of inner surface of chamber are formed. Chamber 12 accommodates rotating piston 60 whose cross section forms oval of the order smaller by 1 than order of chamber 12. Opposite parts of side surface are formed on rotating piston 60, one of which rotates in part of inner surface of radius of curvature equal to said part and the other adjoins opposite part of inner surface to slide along surface. rotating piston 60 divides chamber 12 in any position into two working spaces 78, 80. Instantaneous axes of rotation 112, 114 of rotating piston 60 are determined on middle plane of piston being fixed for a short time. Working agent to set rotating

piston 60 into motion is periodically introduced into working spaces. Rotating piston 60 rotates in each phase of its motion in one of opposite parts of its side surface 70 in corresponding part of inner side surface 62 of chamber around corresponding instantaneous axis of rotation 112 and slides by opposite part of its surface 72 along corresponding opposite part of inner side surface 54 of chamber 12 to stop, i.e. until it comes into extreme position. Then, to execute following phase of movement, instantaneous axis of rotation jumps from previous position into second possible position 114 relative to piston and is fixed in this position for a short time. Driven or driving shaft 102 is in engagement with rotating piston 60. To prevent kinematic ambiguity of instantaneous axis of rotation in extreme position, instantaneous axis of rotation is mechanically fixed in each extreme position for a time (Fig.1).

EFFECT: improved efficiency of machine in operation.

20 cl, 79 dwg

RU 2 2 9 3 8 4 7 С 2



RU 2 2 9 3 8 4 7 С 2

Область техники

Изобретение относится к машине с вращающимся поршнем, содержащей корпус с призматической камерой, поперечный разрез которой образует овал нечетного порядка, состоящий из чередующихся дуг первого, меньшего, и второго, большего, радиусов кривизны, которые непрерывно и дифференцируемо переходят одна в другую и образуют при этом соответственно первые и вторые цилиндрические части внутренней стенки камеры; призматический вращающийся поршень, боковая поверхность которого имеет диаметрально противоположные цилиндрические части, которые имеют первый радиус кривизны и одна из которых располагается с возможностью вращения в соответствующей первой цилиндрической части внутренней стенки камеры, а другая прилегает к противоположной части внутренней стенки камеры, так что вращающийся поршень в любом положении делит камеру на два рабочих пространства, объемы которых при вращении поршня попеременно увеличиваются и уменьшаются, причем цилиндрические части боковой поверхности вращающегося поршня определяют срединную плоскость, в которой расположены мгновенные оси вращения вращающегося поршня, проходящие вдоль осей цилиндрических частей его боковой поверхности; средства для периодического впуска рабочего тела в рабочие пространства и выпуска его оттуда, причем на каждом участке движения вращающийся поршень первой из диаметрально противоположных частей своей боковой поверхности поворачивается в первой части внутренней стенки камеры, вращаясь вокруг соответствующей мгновенной оси вращения, проходящей вдоль оси цилиндрической поверхности первой части внутренней стенки камеры, а второй частью скользит вдоль противоположной второй части внутренней стенки камеры к следующей по направлению вращения первой части внутренней стенки камеры, где он достигает крайнего положения участка движения, после чего мгновенная ось вращения поршня скачком переходит в измененное положение, определяемое упомянутой следующей частью внутренней стенки и соответствующее другой оси вращения поршня, для последующего участка движения вращающегося поршня; и средства сцепления ведущего или ведомого вала с вращающимся поршнем.

Согласно математическому определению овалом называется замкнутая, плоская, неаналитическая, выпуклая фигура, состоящая из непрерывно и гладко (дифференцируемо) сочлененных дуг окружностей. Т.е. линия контура овала непрерывна и дифференцируема везде, в том числе и в точках сочленения, в которых сочленяющиеся дуги имеют общую первую производную и, тем самым, общую касательную. А вторая производная, т.е. кривизна, испытывает скачок. В нашем случае овалы состоят из регулярно чередующихся дуг окружностей, соответственно меньшего (первого) и большего (второго) радиусов. Порядок овала определяется числом пар чередующихся дуг окружностей большего и меньшего радиусов. Овал второго порядка, или "биовал", выглядит подобно эллипсу, с двумя диаметрально противоположными дугами меньшего радиуса, соединенными двумя дугами большего радиуса.

Изобретение относится к машине с вращающимся поршнем, в корпусе которой имеется призматическая камера цилиндрической симметрии с поперечным сечением в форме овала нечетного порядка, например овала третьего порядка. Внутренние стенки камеры состоят из гладко сопряженных, чередующихся цилиндрических участков поверхности соответственно первого (меньшего) и второго (большого) радиусов кривизны. В такой цилиндрической камере с сечением в форме третьего (пятого, седьмого и более высоких порядков) порядка подвижно помещен вращающийся поршень с сечением в форме (желательно, но не обязательно правильного) овала, причем порядок овала поршня на единицу меньше порядка овала камеры. Поперечное сечение поршня имеет (в основном) симметрию второго порядка, даже если это сечение является овалом более высокого порядка. Таким образом, поршень имеет две (и не более) плоскости симметрии, параллельные образующей цилиндра камеры, одну проходящую через максимальный диаметр его поперечного сечения, а другую через минимальный. Поршень имеет две диаметрально противоположные цилиндрические поверхности, обе с радиусом кривизны,

соответствующим первому (малому) радиусу кривизны овального сечения камеры. Если поперечное сечение поршня действительно является биовалом в строгом смысле, то второй (большой) радиус кривизны (боковой) цилиндрической поверхности поршня равен большому радиусу кривизны триовала, образующему в этом случае поперечное сечение

5 камеры.

Во время движения поршня между двумя "крайними" положениями поршень прилегает первым цилиндрическим участком поверхности первого (малого) радиуса кривизны - прилегает, вращаясь вокруг линии центров этой кривизны, - к соответствующему участку

10 Другим, диаметрально противоположным участком цилиндрической поверхности того же (малого) радиуса кривизны поршень скользит по противоположному (удаленному) цилиндрическому участку поверхности камеры соответственно второго (большого) радиуса кривизны; причем центры кривизны участка цилиндрической поверхности камеры меньшего радиуса и противоположного ему участка цилиндрической поверхности камеры большего

15 радиуса совпадают. Таким образом, поршень разделяет камеру на два рабочих пространства, такие, что одно из них при вращении поршня увеличивается, а другое уменьшается. Поршень же вращается при этом вокруг мгновенной оси вращения, совпадающей на этом участке движения с общей линией центров кривизны двух участков поверхности камеры, того, в котором вращается поршень одним "концом", и того, по

20 которому он скользит другим. Таким образом, мгновенная ось вращения поршня однозначно определена относительно поршня во время вращения между двумя крайними положениями поршня. Вращение вокруг этой мгновенной оси продолжается до тех пор, пока поршень не достигнет следующего крайнего положения. В крайнем положении поршня оба его диаметрально противоположных участка цилиндрической поверхности меньшего

25 радиуса кривизны прилегают к двум соответствующим участкам цилиндрической поверхности камеры той же кривизны меньшего радиуса, а участок поверхности поршня, находящийся между участками цилиндрической поверхности меньшего радиуса кривизны, прилегает в случае камеры симметрии третьего порядка к участку внутренней поверхности камеры соответственно большего радиуса кривизны.

30 Дальнейшее вращение в ту же сторону вокруг только что описанной мгновенной оси вращения невозможно. В этом крайнем положении происходит прыжок мгновенной оси вращения в ее диаметрально противоположное положение относительно поршня. После чего все движение повторяется уже на следующем участке вокруг мгновенной оси вращения в ее новом положении, которое совпадает с линией центров кривизны второго

35 участка цилиндрической поверхности поршня с кривизной меньшего радиуса. Таким образом, также и это новое положение мгновенной оси вращения однозначно определено по отношению к поршню. На этом новом участке движения поршня в камере поршень вращается вторым участком цилиндрической поверхности меньшего радиуса в соответствующем участке внутренней поверхности камеры меньшего радиуса кривизны и

40 скользит первым участком поверхности меньшего радиуса кривизны по противоположному мгновенной оси вращения участку внутренней поверхности камеры большего радиуса кривизны.

В такой машине с вращающимся поршнем поршень вращается в одном и том же направлении, но вокруг соответственно разных мгновенных осей вращения, так что

45 мгновенная ось вращения "прыжком" меняет свое положение в крайнем положении поршня. Относительно поршня мгновенная ось вращения находится попеременно в двух положениях, а именно поочередно совпадает с линиями центров кривизны двух наиболее удаленных друг от друга участков боковой цилиндрической поверхности поршня меньшего радиуса кривизны. Относительно же корпуса и образованной в нем камеры мгновенная ось

50 вращения поршня прыгает последовательно между вершинами правильного дугового многоугольника, образованными линиями центров кривизны участков внутренней боковой цилиндрической поверхности камеры меньшего радиуса кривизны.

На каждом участке движения между крайними положениями объем одного рабочего

пространства растёт до максимума, в то время как объём соответственно другого рабочего пространства уменьшается до минимума. В идеальном случае, когда поперечное сечение поршня тоже является овалом, объём одного рабочего пространства растёт практически от нуля до максимума, а другого уменьшается от максимума до практически
 5 нуля. Такая машина с вращающимся поршнем может использоваться как двухтактный или четырёхтактный двигатель внутреннего сгорания, причем как с циклом Отто, так и с циклом Дизеля. Также она может использоваться как пневматический или гидравлический мотор или же как насос и компрессор.

Уровень техники

10 Машины с вращающимся поршнем такого рода в принципе известны. Патентами US 3967594 и US 3006901 защищены варианты машин с вращающимся поршнем с овальным поршнем и овальной камерой. При этом поршень в обоих US-вариантах является в поперечном сечении биовальным. Этот биовальный поршень движется в триовальной камере. В этих известных машинах с вращающимся поршнем
 15 предусмотрены весьма сложные устройства для передачи энергии вращения поршня на вал или вала на поршень.

Патент DE 19920289 C1 тоже описывает машину с вращающимся поршнем, в корпусе которой устроена призматическая камера триовального сечения с контуром, образованным непрерывно и дифференцируемо сочлененными дугами окружностей попеременно первого
 20 (меньшего) и второго (большого) радиусов кривизны. В камере находится подвижный поршень биовального сечения, контур которого образован непрерывно и дифференцируемо сочлененными дугами окружностей попеременно первого (меньшего) и второго (большого) радиусов кривизны, тех же, что у контура поперечного сечения камеры. Биовальный поршень совершает в камере вышеописанное циклическое движение
 25 с прыгающей мгновенной осью вращения. Движение поршня при этом передается на вал очень простым образом: вал съема или передачи мощности помещен в центр симметрии триовальной камеры так, что его ось совпадает с линией пересечения плоскостей симметрии камеры. Вал имеет зубчатое колесо. Поршень же имеет овальное сквозное отверстие с вогнутыми зубчатыми рейками, представляющими собой устройство
 30 внутреннего зубчатого оснащения сквозного овального отверстия поршня. Длинная ось контура овального сквозного отверстия в поршне совпадает с короткой осью контура поперечного сечения поршня. Зубчатое колесо вала находится в зацеплении с внутренним зубчатым оснащением отверстия в поршне.

Описание изобретения

35 В основе изобретения лежит осознание рассмотренных ниже обстоятельств. В моменты времени, когда мгновенная ось вращения поршня после завершения поршнем одного участка движения и перед началом следующего скачком переходит из одного положения в другое, в работе известных машин с вращающимся поршнем могут возникать проблемы. А именно, в этот момент кинематика (кинематическая цепь) машины
 40 находится в "разомкнутом" состоянии. Если в этот момент на поршень из рабочего пространства подействует сила, направленная поперек плоскости, соединяющей обе возможных мгновенных оси вращения, например, вследствие воспламенения топливной смеси в рабочем пространстве минимального объема, эта сила может выдавить
 45 вращающийся поршень в поперечном направлении в другое, сужающееся и имеющее форму треугольника рабочее пространство и заклинить вращающийся поршень в этом пространстве. В этом случае имеет место уже не вращательное движение поршня вокруг новой мгновенной оси вращения, а поступательное перемещение обеих осей на заклинивание поршня. В особенности эта опасность существует при движении поршня с
 50 небольшой скоростью, когда кинетической энергии его вращения недостаточно для поддержания поршня в состоянии вращения в момент скачкообразной смены осей вращения.

В основу изобретения положена задача обеспечения в машине с вращающимся поршнем указанного в начале описания типа надежного и безукоризненно четкого перехода

с одной мгновенной оси вращения на другую, т.е. перехода мгновенной оси вращения в измененное положение, при смене одного участка движения поршня другим.

В соответствии с настоящим изобретением эта задача решается за счет выполнения машины с фиксирующими средствами, обеспечивающими при достижении мгновенной 5 осью вращения упомянутого измененного положения временную фиксацию этой оси для последующего участка движения вращающегося поршня.

Таким образом замыкается кинематика машины. При этом вращающийся поршень при переходе от одного участка движения к следующему гарантированно совершает вращательное движение вокруг новой мгновенной оси вращения, а его поступательное 10 смещение в поперечном направлении исключается. После того, как рассмотренным выше образом обеспечена возможность продолжения вращения поршня, поршень может быть расфиксирован. Расфиксировать вращающийся поршень следует как можно раньше, чтобы избежать дополнительных потерь на трение и нежелательного износа средств фиксации.

В любом случае, фиксирующие средства должны освободить вращающийся поршень до 15 достижения им крайнего положения следующего участка движения, в котором снова происходит скачкообразный переход мгновенной оси вращения.

Для подобной фиксации на торцевой поверхности вращающегося поршня в местах возможных мгновенных осей вращения могут быть предусмотрены соединительные 20 структуры, а со стороны корпуса на осях первых цилиндрических частей внутренней стенки могут быть установлены подвижные в осевом направлении штифты с дополнительными (ответными) соединительными структурами, вводимыми в контакт с соединительными структурами вращающегося поршня для фиксации соответствующей мгновенной оси вращения. При этом соединительные структуры со стороны поршня могут быть образованы коническими углублениями, выполненными в торцевой поверхности 25 вращающегося поршня, а соединительные структуры со стороны штифтов образованы коническими головками, вводимыми в конические углубления для сцепления с ними. При помощи конических структур осуществляется центрирование штифта и вращающегося поршня относительно друг друга.

Подвижные штифты могут управляться электрическими исполнительными механизмами, 30 например силовыми электромагнитами, возбуждаемыми в заданные моменты прохождения вращающимся поршнем участка его движения. Это конструктивно простое решение, поскольку позволяет использовать стандартные детали. Благодаря электрическому управлению достигается удобство регулирования моментов срабатывания фиксирующих средств и возможность учета временной характеристики машины стандартными 35 средствами электрического или электронного управления блоками. Электрические исполнительные элементы могут управляться измерительными средствами, реагирующими на фазу вращательного движения ведущего или ведомого вала.

Для приложения или снятия крутящего момента можно использовать простое решение, аналогичное раскрытому в патенте DE 19920289 C1, согласно которому через камеру 40 проходит расположенный по центру камеры ведущий или ведомый вал с шестерней, а вращающийся поршень имеет продолговатый в поперечном сечении вырез, более длинная ось которого проходит перпендикулярно срединной плоскости вращающегося поршня, и который имеет внутренние зубья, находящиеся в зацеплении с шестерней вала.

Форма этого выреза определяется формой вращающегося поршня и диаметром 45 шестерни вала. Боковые кромки этого выреза являются дугами окружностей с центрами в точках связанных с поршнем мгновенных осей вращения. Эти дуги по краям соединяются дугами, радиусы примерно соответствуют радиусу шестерни вала. За оборот вращающегося поршня ось вала выписывает в нем траекторию в форме "двуугольника", т.е. кривой с двумя изогнутыми в противоположные стороны дугами, образующими два 50 угла.

Если бы радиусы сопрягающих дуг выреза на конце были меньше радиуса шестерни вала, то шестерня не смогла бы заходить в них или ее заклинило бы между дугами с центрами в мгновенных осях вращения. Если бы радиусы сопрягающих дуг выреза на

конце были значительно больше радиуса шестерни вала, то привод непрерывного действия был бы неработоспособен. Ведь вал в переходный момент между циклами движения должен сразу переходить с одной из двух дуг с центрами на мгновенных осях вращения на другую. В случае сплошного внутреннего и вогнутого зубчатого венца, выполненного по кромкам выреза, при таком переходе могут возникнуть проблемы кинематического плана.

Поэтому в другом варианте осуществления изобретения предусматривается выполнение внутренних зубьев по обе стороны от более длинной оси выреза в виде противоположащих вогнутых зубчатых реек, а внутренних зубьев на концах выреза - в виде невогнутых зубчатых реек. При этом зубчатые рейки на концах выреза могут быть выполнены прямолинейными или же выпуклыми.

Неожиданно выяснилось, что такое выполнение зубьев на концах выреза позволяет решить кинематические проблемы, возникающие в известных решениях.

Для достижения высокого КПД ход вращающегося поршня в овальной камере должен быть как можно более легким, чтобы трение и износ были незначительными. Однако, с другой стороны, необходимо гарантировать надежное уплотнение между рабочими пространствами. Негерметичность уплотнения также уменьшает КПД.

По этой причине в диаметрально противоположных цилиндрических частях боковой поверхности вращающегося поршня целесообразно выполнить продольные пазы, в которые помещены уплотнительные планки, образующие уплотнение между рабочими пространствами и прилегающие к внутренней поверхности камеры. Эти пазы при помощи клапанного устройства, управляемого разностью давлений в рабочих пространствах, при возникновении большой разности давлений могут сообщаться с тем рабочим пространством, в котором давление больше. При этом клапанное устройство может иметь канал, выполненный во вращающемся поршне, соединяющий граничащие с вращающимся поршнем рабочие пространства, этот канал на обоих концах отделен от рабочих пространств втулочными элементами с соединительными отверстиями, и в нем подвижно установлен золотник, имеющий с обеих сторон участки уменьшенного диаметра, причем в конечных положениях золотника соответствующий участок уменьшенного диаметра входит в соединительное отверстие соседнего с ним втулочного элемента.

Если разность давлений в рабочих пространствах мала, то уплотнительные планки могут прижиматься к внутренней стенке овальной камеры с меньшей силой. Это уменьшает потери на трение и повышает КПД. Если возникает большая разность давлений, то давление из того рабочего пространства, где оно выше, подводится к уплотнительным планкам. Уплотнительные планки сильнее прилегают к внутренней стенке камеры. Под действием более высокого давления золотник в канале вращающегося поршня смещается в сторону рабочего пространства с более низким давлением. Там соединительный канал запирается участком золотника с уменьшенным диаметром. В этом случае в канале присутствует более высокое давление, действующее в пазах под уплотнительными планками.

Для повышения эффективности уплотнения при незначительном давлении прижима уплотнительные планки могут иметь выпуклый профиль, подогнанный по радиусу кривизны к одной из цилиндрических частей внутренней стенки камеры. При этом предпочтительно, чтобы в обеих диаметрально противоположных цилиндрических частях боковой поверхности вращающегося поршня были предусмотрены пары параллельных пазов и уплотнительных планок, и в каждой паре одна уплотнительная планка имеет выпуклый профиль с первым радиусом кривизны, а другая уплотнительная планка каждой пары - выпуклый профиль со вторым радиусом кривизны. В этом случае, профиль каждой из двух уплотнительных планок всегда будет согласован с радиусом кривизны соответствующей части внутренней стенки камеры.

Другое, наиболее предпочтительное решение состоит в том, чтобы поделить профиль уплотнительных планок на (воображаемые) полоски, причем радиус кривизны по меньшей мере одной из полосок соответствует меньшему радиусу кривизны первых частей

внутренней стенки камеры, а радиус кривизны по меньшей мере одной другой полоски соответствует большему радиусу кривизны вторых частей внутренней стенки. При этом у каждой уплотнительной планки две внешние полоски профиля могут иметь меньший, а находящаяся между ними внутренняя полоска - больший радиус кривизны.

5 Предлагаемая в изобретении машина с вращающимся поршнем в другом ее варианте содержит корпус с призматической камерой, поперечный разрез которой образует овал нечетного порядка, состоящий из чередующихся дуг первого, меньшего, и второго, большего, радиусов кривизны, которые непрерывно и дифференцируемо переходят одна в другую и образуют при этом соответственно первые и вторые цилиндрические части
10 внутренней стенки камеры; призматический вращающийся поршень, боковая поверхность которого имеет диаметрально противоположные цилиндрические части, которые имеют первый радиус кривизны и одна из которых располагается с возможностью вращения в соответствующей первой цилиндрической части внутренней стенки камеры, а другая прилегает к противоположной части внутренней стенки камеры, так что вращающийся
15 поршень в любом положении делит камеру на два рабочих пространства, объемы которых при вращении поршня попеременно увеличиваются и уменьшаются, причем цилиндрические части боковой поверхности вращающегося поршня определяют срединную плоскость, в которой расположены мгновенные оси вращения поршней, проходящие вдоль осей цилиндрических частей боковой поверхности; средства периодического впуска
20 рабочего тела в рабочие пространства и выпуска его оттуда для приведения вращающегося поршня в движение, причем на каждом участке движения вращающийся поршень первой из диаметрально противоположных частей своей боковой поверхности поворачивается в первой части внутренней стенки камеры, вращаясь вокруг соответствующей мгновенной оси вращения, проходящей вдоль оси цилиндрической
25 поверхности первой части внутренней стенки камеры, а второй частью скользит вдоль противоположной второй части внутренней стенки камеры к следующей по направлению вращения первой части внутренней стенки камеры, где он достигает крайнего положения участка движения, после чего мгновенная ось вращения скачком переходит в измененное положение, определяемое упомянутой следующей частью внутренней стенки и
30 соответствующее другой оси вращения поршня, для последующего участка движения вращающегося поршня; средства сцепления вала с вращающимся поршнем.

Отличие этого варианта состоит в том, что камера машины является в поперечном разрезе овалом нечетного порядка $(2n+1) > 3$, где n - натуральное число, вращающийся поршень в поперечном разрезе является овалом четного порядка $2n$, где n - натуральное
35 число, в частности овалом 4-го или 6-го порядка, причем поршень имеет две диаметрально противоположные главные вершины с двумя диаметрально противоположными цилиндрическими частями его боковой поверхности, а возможные мгновенные оси вращения поршня находятся в его срединной плоскости, соединяющей главные вершины.

40 Преимущество этого варианта машины заключается в возможности применения овала более высокого, чем у поршня, порядка без увеличения количества возможных (связанных с поршнем) мгновенных осей вращения.

Машины с камерами и вращающимися поршнями более высокого порядка позволяют реализовать приводы, способные на исключительно низких оборотах развивать столь же
45 исключительно высокие крутящие моменты и характеризующиеся высокой точностью установки ведомого вала.

В другом частном варианте осуществления изобретения камера сгорания имеет поперечное сечение в форме фигуры постоянной высоты, а поршень имеет форму, соответствующую форме камеры сгорания, при которой поршень является зеркально-
50 симметричным относительно срединной плоскости, причем срединная плоскость проходит через два центра кривизны камеры сгорания, находящихся на максимальном расстоянии друг от друга, а боковая поверхность поршня, находящегося в крайнем положении участка движения, полностью прилегает с одной стороны срединной плоскости к внутренней стенке

образующейся при этом меньшей части камеры сгорания. Благодаря этому можно достичь максимально возможного и геометрически неограниченного коэффициента сжатия.

Примеры конструкции изобретения объяснены ниже, со ссылками на приведенные чертежи.

5 Краткое описание чертежей

Фиг.1 показывает биовальный вращающийся поршень, который вращается в треховальной камере корпуса.

Фиг.2 показывает четыреховальный вращающийся поршень, который вращается в пятиовальной камере корпуса.

10 Фиг.3 показывает шестиовальный вращающийся поршень, который вращается в семиовальной камере корпуса.

Фиг.4 показывает для конструкции, приведенной на фиг.1, сингулярную траекторию возможных осей вращения вращающегося поршня относительно корпуса, а также траекторию оси ведущего или ведомого вала относительно вращающегося поршня.

15 Фиг.5 показывает для конструкции, приведенной на фиг.1, кинематику системы силовой передачи с прямыми зубчатыми рейками (зубчатыми линейками).

Фиг.6 показывает для конструкции, приведенной на фиг.1, кинематику системы силовой передачи с выпуклыми зубчатыми рейками (зубчатыми секторами) вскоре после прохождения поршнем крайнего положения.

20 Фиг.7.1-7.12 показывают для конструкции, приведенной на фиг.1, фазы движения вращающегося поршня.

Фиг.8 показывает для конструкции, приведенной на фиг.2, сингулярную траекторию возможных осей вращения вращающегося поршня относительно корпуса, а также траекторию оси ведущего или ведомого вала относительно вращающегося поршня.

25 Фиг.9 показывает аналогично фиг.5 для конструкции, приведенной на фиг.2, кинематику системы силовой передачи с прямыми зубчатыми рейками.

Фиг.10 показывает аналогично фиг.6 для конструкции, приведенной на фиг.2, кинематику системы силовой передачи с выпуклыми зубчатыми рейками (зубчатыми секторами) вскоре после прохождения поршнем крайнего положения.

30 Фиг.11.1-11.20 показывают аналогично фиг.7.1-7.12 для конструкции, приведенной на фиг.2, фазы движения вращающегося поршня.

Фиг.12 показывает аналогично фиг.4 для конструкции, приведенной на фиг.3, сингулярную траекторию возможных осей вращения вращающегося поршня относительно корпуса, а также траекторию оси ведущего или ведомого вала относительно вращающегося поршня.

35 Фиг.13 показывает аналогично фиг.5 для конструкции, приведенной на фиг.3, кинематику системы силовой передачи с прямыми зубчатыми рейками.

Фиг.14 показывает аналогично фиг.6 для конструкции, приведенной на фиг.3, кинематику системы силовой передачи с выпуклыми зубчатыми рейками (зубчатыми секторами) вскоре после прохождения поршнем крайнего положения.

40 Фиг.15.1-15.28 показывают аналогично фиг.7.1-7.12 для конструкции, приведенной на фиг.3, фазы движения вращающегося поршня.

Фиг.16 схематически показывает конструктивное выполнение фиксирующих средств для временной фиксации мгновенной оси вращения в крайнем положении поршня при

45 переходе от одной фазы движения к другой.

Фиг.17 показывает схематически управление золотником для автоматического регулирования усилия прижима уплотнительных планок к внутренней стенке корпуса.

Фиг.18 показывает схематически расположение уплотнительных планок с профилями двух радиусов кривизны, малого и большого, поочередно плотно прилегающих

50 соответственно к участкам внутренней боковой поверхности рабочей камеры с кривизной тех же радиусов, малого и большого.

Фиг.19А и 19Б показывают конструкцию пар уплотнительных планок, поверхность каждой из которых состоит из двух продольных полосок соответственно большей и меньшей

кривизны - всего четыре полоски. При этом внешняя пара полосок имеет кривизну меньшего радиуса, соответствующего меньшему радиусу кривизны части боковой поверхности камеры, а внутренняя пара полосок имеет кривизну большего радиуса, соответствующего большему радиусу кривизны ответной части боковой поверхности

5 камеры. Поэтому такая пара уплотнительных планок осуществляет надежное уплотнение по поверхности в любом положении поршня.

Фиг.20 показывает машину с вращающимся поршнем, приведенную на фиг.1, с клапанным устройством для управления давлением уплотнительных планок на стенки камеры в зависимости от разности давлений в соседних рабочих пространствах.

10 Предпочтительные примеры использования изобретения

На фиг.1 корпус машины с вращающимся поршнем помечен цифрой 30. Этот корпус 30 образует призматическую камеру 32. Поперечный разрез этой камеры является овалом третьего порядка. Контур поперечного разреза состоит из трех дуг 34, 36, 38 с одинаковым для всех трех дуг, относительно малым радиусом кривизны и трех дуг 40, 42, 44 с одинаковым для всех трех дуг, относительно большим радиусом кривизны. Дуги с малыми 34, 36, 38 и большими 40, 42, 44 радиусами кривизны чередуются друг с другом. Например, к дуге 34 с малым радиусом кривизны по направлению часовой стрелки на фиг.1 примыкает дуга 40 с большим радиусом кривизны. За ней снова следует дуга 36 с малым радиусом кривизны и т.д. Дуги примыкают друг к другу непрерывно и гладко

20 (дифференцируемо). В соответствии с этим внутренняя стенка камеры состоит из цилиндрических частей, а именно из трех цилиндрических частей внутренней стенки 46, 48, 50 и соответствующих им дуг 34, 36, 38, которые указаны здесь как "первые" части внутренней стенки, и трех цилиндрических частей внутренней стенки 52, 54, 56, которые указаны здесь как "вторые" части внутренней стенки. Можно видеть, что овал и вместе с ним камера 32 обладают симметрией третьего порядка. Имеются три плоскости симметрии с угловым смещением 120° . Плоскости симметрии пересекаются в центральной оси 58.

В камере 32 установлен вращающийся поршень 60. Вращающийся поршень 60 является призматическим. Поперечный разрез вращающегося поршня 60 - это овал второго порядка. Этот овал состоит из двух дуг 62 и 64 с относительно малым радиусом кривизны и двух дуг 66 и 68 с относительно большим радиусом кривизны. Малые и большие радиусы кривизны овального сечения вращающегося поршня 60 соответствуют малым и большим радиусам кривизны овального сечения камеры 32. Здесь также чередуются дуги с малыми и большими радиусами кривизны. Чередующиеся дуги 62, 66, 64, 68 примыкают друг к другу непрерывно и гладко. Соответственно этим дугам боковая поверхность 35 призматического вращающегося поршня 60 имеет цилиндрические части 70 и 72 с относительно малым радиусом кривизны и цилиндрические части 74 и 76 с относительно большим радиусом кривизны. Цилиндрические части 70 и 72 боковой поверхности лежат диаметрально противоположно друг другу.

Вращающийся поршень имеет симметрию второго порядка: первая плоскость симметрии 40 проходит сквозь оси диаметрально противоположных цилиндрических частей 70 и 72 боковой поверхности с малым радиусом кривизны. Вторая плоскость симметрии проходит перпендикулярно первой через оси цилиндрических частей 74 и 76 боковой поверхности с большим радиусом кривизны.

Очевидно, что вращающийся поршень 60 движется в камере 32 так, что его контур в 45 крайних положениях точно повторяет контур соответствующей части боковой поверхности камеры. На фиг.1 цилиндрическая часть 70 боковой поверхности поршня прилегает к цилиндрической части 34 внутренней стенки камеры 32, причем часть 70 боковой поверхности поршня и часть поверхности внутренней стенки 34 имеют одинаковый радиус кривизны. Цилиндрическая часть 72 боковой поверхности поршня прилегает к части 54 50 внутренней стенки камеры 32, которая лежит напротив части 34 внутренней стенки. Когда вращающийся поршень 60 вращается против часовой стрелки на фиг.1, цилиндрическая часть 70 боковой поверхности вращающегося поршня поворачивается в цилиндрической части 46 внутренней стенки камеры 32. Диаметрально противоположная ей

цилиндрическая часть 72 боковой поверхности вращающегося поршня 60 скользит при этом по цилиндрической части 54 внутренней стенки камеры 32.

На фиг.1 вращающийся поршень 60 образует в камере 32 два рабочих пространства 78 и 80, которые взаимно герметизированы вращающимся поршнем 60. При вращении вращающегося поршня 60 против часовой стрелки на фиг.1 рабочее пространство 78, в рассмотренном рабочем такте, увеличивается, а рабочее пространство 80 уменьшается.

Представленная на фиг.1 машина с вращающимся поршнем - это двигатель внутреннего сгорания, у которого горючее поджигается и сгорает в рабочих пространствах 78 и 80. В соответствии с этим в поверхности частей 52, 54, 56 внутренней стенки большего радиуса кривизны предусмотрены впускные клапана 84, 86, 88 для впуска горючего в варианте карбюраторного двигателя (в варианте дизельного двигателя для впуска воздуха, выпускные клапана 90, 92, 94 и свечи зажигания 96, 98, 100 для варианта карбюраторного двигателя (для дизельного двигателя это будут форсунки), которые представляют известную технику и поэтому представлены на фиг.1 только схематически и символически. Свечи зажигания 96, 98, 100 находятся в углублениях рабочих камер 97, 99, 101, которые образованы в цилиндрических частях 52, 54 и соответственно 56 внутренней стенки.

Съем с поршня вращательного движения или приведение поршня во вращение (в случае применения машины в качестве насоса) происходит следующим образом.

Ведомый или ведущий вал 102 проходит по цилиндрической оси симметрии сквозь камеру 32. Ведомый или ведущий вал 102 установлен на подшипниках (на фиг.1 не показано) в крышке корпуса 10. Ось ведомого или ведущего вала 102 совпадает с осью центральной симметрии 58. На ведомый или ведущий вал 102 посажена шестерня 104. Вместо одной шестерни могут также быть использованы известным способом две несколько смещенные с напряжением в угловом направлении по отношению друг к другу шестерни, которые во взаимодействии с ответными зубьями выбирают люфт у входного или выходного вала. Во вращающемся поршне 60 сделан продолговатый вырез 106. Вырез 106 имеет описанные в дальнейшем внутренние зубья. Большая ось выреза проходит перпендикулярно к первой плоскости симметрии вращающегося поршня 60 и лежит в его второй плоскости симметрии. Внутренние зубья состоят из двух вогнутых зубчатых реек 108 и 110, помещенных на длинных противоположных сторонах выреза 106. Центры кривизны зубчатых реек 108 и 110 совпадают с центрами кривизны, т.е. с осями, цилиндрических частей 62 и 64 боковой поверхности поршня. Как поясняется ниже, эти оси определяют связанные с поршнем мгновенные оси вращения 112 и 114 вращающегося поршня 60. В концах выреза 106 предусмотрены линейные зубчатые рейки (зубчатые линейки) 116 и 118. Зубчатые линейки могут также быть заменены выпуклыми зубчатыми рейками.

Номером 120 обозначены уплотнительные планки, которые осуществляют уплотнение между вращающимся поршнем 60 в области цилиндрических частей 70, 72 его боковой поверхности и цилиндрическими частями внутренней стенки камеры 32. Более детально уплотнительные планки 120 будут описаны ниже.

Движение вращающегося поршня 60 в камере 32 поясним на примере схематической фиг.4. Движение вращающегося поршня 60 осуществляется в следующих последовательных, похожих друг на друга фазах движения. При этом вращающийся поршень 60 вращается попеременно вокруг одной из двух мгновенных осей вращения 112 и 114, совпадающих с осями цилиндров соответствующих цилиндрических частей 62 и 64 боковой поверхности.

На фиг.4 вращающийся поршень 60 в самом начале участка движения находится в положении, в котором обе цилиндрические части 70 и 72 боковой поверхности вращающегося поршня находятся каждая наполовину в комплементарных частях 46 и 48 внутренней стенки корпуса. Часть 66 боковой поверхности большего радиуса кривизны прилегает к комплементарной части 52 внутренней стенки. Из этого положения вращающийся поршень поворачивается против часовой стрелки на фиг.4 вокруг

мгновенной оси вращения 112. При этом цилиндрическая часть 70 боковой поверхности поршня вращается, как в суставе, в комплементарной цилиндрической части 46 внутренней стенки камеры 32. Цилиндрическая часть 72 боковой поверхности поршня скользит (на фиг.4 направо) по соответствующей части 54 внутренней стенки корпуса. Это вращение
5 вокруг мгновенной оси вращения 112 продолжается до тех пор, пока вращающийся поршень 60 не придет в соприкосновение с правой стороной камеры 32 на фиг.4. Это положение является "крайним положением" участка движения поршня. В нем цилиндрическая часть 72 боковой поверхности поршня лежит наполовину в комплементарной ей части 50 внутренней стенки. Часть 68 боковой поверхности поршня
10 прилегает к части 56 внутренней стенки. Далее вращение вокруг мгновенной оси вращения 112 продолжаться не может. Теперь поршень может вращаться дальше только вокруг другой мгновенной оси вращения. Описанное движение является законченным участком (фазой) движения или тактом.

На последующем участке движение происходит подобным же образом вокруг другой
15 мгновенной оси вращения 114 вращающегося поршня. Эта мгновенная ось вращения 114 совпадает на этом участке движения с осью 122 цилиндрической части 50 внутренней стенки. Вращающийся поршень 60 вращается теперь вокруг этой новой мгновенной оси вращения (122 по отношению к камере или 114 по отношению к поршню). При этом цилиндрическая часть 72 боковой поверхности поршня вращается внутри части 50 стенки
20 как в суставе, в то время как часть 70 боковой поверхности поршня скользит по соответствующей поверхности внутренней стенки камеры.

Таким образом, каждый участок движения охватывает движение от одного крайнего положения до другого вместе с соответствующим скачкообразным переходом ("прыжком")
25 мгновенной оси вращения из положения 112 в положение 114 или наоборот. Фиг.4 показывает траекторию 124 осей 112 или 114, которые на этом участке движения не являются мгновенными осями вращения: на первом участке движения поршня ось 114 движется по дуге 126 в положение, определенное осью цилиндра 122. Затем происходит прыжок оси: теперь ось 112 движется вокруг мгновенной оси вращения 114, совпадающей с
30 положением оси цилиндра 122 вдоль дуги 128. На третьем участке движения ось 112 прибыла в положение оси цилиндрической части 48 внутренней стенки корпуса и снова становится мгновенной осью вращения поршня. Ось 114 передвигается при этом вдоль дуги 130. При этом снова достигается расположение, представленное на фиг.4, но мгновенные оси вращения 112 и 114 поменялись при этом местами. Далее поршень пройдет еще три участка движения, пока он снова не займет положение, показанное на
35 фиг.4. Таким образом, траектория 124 представляет собой дуговой треугольник, но движение осей по нему не является, однако, непрерывным.

На фиг.4 показана также траектория 132, которую описывает ось 58 ведомого или ведущего вала 102 относительно поршня 60 и выреза 106 при этих передвижениях
40 вращающегося поршня 60. Траектория 132 - это дуговой двуугольник, т.е. геометрическая фигура, состоящая из двух выгнутых в противоположные стороны и сходящихся в двух угловых точках дуг. Центрами дуг двуугольной траектории являются возможные положения мгновенных осей вращения 112 и 114 вращающегося поршня 60. Двуугольная дуговая траектория симметрична по отношению к трансверсальной плоскости симметрии поршня. В
45 крайнем положении, показанном на фиг.4, трансверсальная плоскость симметрии проходит через центральную ось 58. В крайнем положении центральная ось 58 находится одновременно в одном из углов двуугольника и на трансверсальной плоскости симметрии. Кривизна дуг зависит от положения осей вращения 112, 114 относительно этой трансверсальной плоскости симметрии и тем самым от радиуса кривизны обеих частей поверхности поршня 70 и 72. Центрами кривизны зубчатых реек 108 и 110 также являются
50 положения мгновенных осей вращения 112 и 114. Их расстояние до обеих дуг 134 и 136 двуугольной траектории равно радиусу шестерни 104. В крайнем положении происходит прыжок мгновенной оси вращения, например, из положения 112 в положение 114. Если вращающийся поршень 60 на участке движения поворачивается, например, вокруг

мгновенной оси вращения 112, то ось 58 ведомого или ведущего вала 102 передвигается по дуге 134 траектории 132 и шестерня 104 находится в зацеплении с вогнутой зубчатой рейкой 108. После достижения крайнего положения мгновенная ось вращения прыгает, как показано на фиг.5. Далее вращение происходит вокруг мгновенной оси вращения 114.

5 Тогда ось 58 ведомого или ведущего вала 102 движется из угла двуугольника вдоль дуги 136, соответственно шестерня 104 должна быть зацеплена с вогнутой зубчатой рейкой 110, центр кривизны которой совпадает с мгновенной осью вращения 114. В крайнем положении шестерня должна непрерывно и без скачка переходить от одной вогнутой зубчатой рейки 108 к другой 110. Однако переход шестерни 104 от одной зубчатой рейки к другой должен происходить без заклинивания. Это случилось бы, если бы зубчатые рейки образовывали бы вместе овал второго порядка с дугами соответственно длинных вогнутых зубчатых реек и шестерни. По этой причине предусмотрены прямые или линейные зубчатые рейки 116 и 118 в концах выреза 106. Вместо линейных зубчатых реек 116 и 118 также могут использоваться выпуклые зубчатые рейки. Между вогнутыми 10 зубчатыми рейками 108, 110 и линейными или выпуклыми зубчатыми рейками 116, 118 15 устроены пропуски (т.е. соответствующие зубья сточены специальным образом), так что шестерня 104 не может быть зацеплена одновременно с вогнутыми зубчатыми рейками 108 или 110, если она при этом находится в зацеплении с линейной или выпуклой зубчатой планкой 116 или 118. Можно показать, что кинематика зубчатого зацепления, таким 20 образом, замкнута и гарантированы непрерывная передача и надежный и безупречный переход от одной вогнутой зубчатой рейки к другой.

Фиг.5 показывает кинематику силовой передачи точно в крайнем положении. Фиг.6 показывает силовую передачу вскоре после этого, когда вращение происходит вокруг мгновенной оси вращения 114, и шестерня 104 находится в зацеплении с вогнутой 25 зубчатой рейкой 110.

Фиг.7.1-7.12 показывают различные рабочие фазы машины с вращающимся поршнем, показанной на фиг.1, которая работает как двигатель внутреннего сгорания.

Фиг.7.1 показывает машину с вращающимся поршнем, находящуюся в положении, соответствующем фиг.1. В камере машины имеются рабочие пространства 78 и 80. В 30 рабочем пространстве 70 происходит сгорание, т.е. горючее уже впрыснуто и самовоспламенение (в варианте дизеля) произошло. Газообразные продукты сгорания создают избыточное давление и приводят поршень 60 во вращение против часовой стрелки вокруг мгновенной оси вращения 112. Рабочее пространство 78 увеличивается, а рабочее пространство 80 уменьшается. При этом в рабочем пространстве 80 ранее 35 впущенный воздух сжимается. Это продолжается до достижения поршнем крайнего положения, которое представлено на фиг.7.2. Рабочее пространство 78 имеет при этом максимальный объем. Объем рабочего пространства 80 без учета углубления в рабочей камере 101 равен нулю. Назовем это "первым" участком движения.

В этом крайнем положении горючее впрыскивается в углубление 101 рабочего 40 пространства 80 и поджигается. Газообразные продукты сгорания толкают вращающийся поршень 60 далее против часовой стрелки теперь вокруг мгновенной оси вращения 114. При этом на втором участке движения образуется рабочее пространство 140, как показано на фиг.7.3. Это рабочее пространство 140 увеличивается. При этом рабочее пространство 78 с другой стороны вращающегося поршня 60 уменьшается. Газообразные продукты 45 сгорания выпускаются как отработавшие газы. Рабочее пространство 140 увеличивается на втором участке движения до следующего крайнего положения, которое представлено на фиг.7.4. В этот момент рабочее пространство 140 имеет максимальный объем. Объем рабочего пространства 78 минимален и практически равен нулю.

На третьем участке движения мгновенная ось вращения снова совершает прыжок из 50 положения 114 в положение 112. При дальнейшем вращении поршня 60 против часовой стрелки образуется новое рабочее пространство 142. В это рабочее пространство 142 всасывается воздух. Газообразные продукты сгорания выталкиваются на третьем участке движения из противоположного, снова уменьшающегося рабочего пространства 140, как

отработавшие газы. Это представлено на фиг.7.5. Третий участок движения завершается в крайнем положении, показанном на фиг.7.6. В этом крайнем положении объем рабочего пространства 142 является максимальным, а объем рабочего пространства 140 минимален и практически равен нулю.

5 Четвертый участок движения, представленный на фиг.7.7 и фиг.7.8, геометрически подобен первому участку движения. Но вращающийся поршень 60 вращается теперь вокруг своей мгновенной оси вращения 114. На этом четвертом участке движения образуется рабочее пространство 144, которое увеличивается при вращении поршня 60. В это рабочее пространство 144 засасывается воздух. Всосанный на третьем участке
10 движения в рабочее пространство 142 воздух сжимается, когда рабочее пространство 142 уменьшается. В представленном на фиг.7.8 крайнем положении поршня объем рабочего пространства 144 максимален, а объем рабочего пространства 142 минимален и практически равен нулю. Ранее всосанный воздух сжимается в углублении камеры сгорания 101 и нагревается в результате сжатия. В этом крайнем положении на фиг.7.8
15 горючее вводится или впрыскивается в углубление камеры сгорания 101 и поджигается или самовозгорается.

На пятом участке движения, который представлен на фиг.7.9 и 7.10, вращающийся поршень снова вращается вокруг мгновенной оси вращения 112. При этом образуется рабочее пространство 146, в котором газообразные продукты сгорания расширяются и
20 толкают вращающийся поршень 60 далее в направлении против часовой стрелки. Рабочее пространство 144 уменьшается и всосанный в четвертом цикле движения воздух сжимается в нем, нагреваясь. В сжатый воздух в углублении камеры сгорания 98 рабочего пространства 144 впрыскивается горючее и поджигается или самовозгорается. Мгновенная ось вращения снова совершает прыжок из положения 112 в положение 114.

25 На шестом участке движения, который представлен на фиг.7.11 и 7.12, образуется увеличивающееся рабочее пространство 148. В рабочем пространстве 148 газообразные продукты сгорания расширяются и толкают вращающийся поршень 60 вокруг оси вращения 114 в положение, показанное на фиг.7.12. Газообразные продукты сгорания в снова уменьшающемся при этом рабочем пространстве 146 выталкиваются как отработавшие
30 газы. На фиг.7.12 вращающийся поршень 60 снова находится в том же положении (с осью вращения 112 "наверху") как в начале первого участка движения. Затем весь цикл снова повторяется сначала.

На фиг.7.1 и 7.3 и на фиг.7.9 и 7.11 представлены "рабочие ходы" или "такты" для четырехтактного варианта. К каждому рабочему ходу (активному такту) относится ход всасывания, ход сжатия и после рабочего хода соответственно ход выпуска. Половина,
35 т.е. четыре из восьми фаз движения - тактов - являются полезными рабочими ходами.

В крайних положениях мгновенная ось вращения поршня 60 определена кинематически неоднозначно. В этот момент обе оси вращения 112 и 114 пока еще равноценны. Кинематика не замкнута. Если в этом крайнем положении, показанном, например, на
40 фиг.7.8, горючее впрыскивается и поджигается или вводится рабочее тело как, например, жидкость под давлением или пар, тогда оно действует на правую (на фиг.7.8) поверхность вращающегося поршня 60 с результирующей силой, перпендикулярной к плоскости симметрии S-N вращающегося поршня 60. Эта сила может вжимать поршень 60 влево внутрь квазиправильного рабочего пространства 144. В этом случае вращающийся
45 поршень 60 заклинится между частями 52 и 54 внутренней стенки. Это заклинивание происходило бы в особенности при относительно малых оборотах, при которых кинетической энергии и момента импульса поршня недостаточно для обеспечения продолжения вращательного движения поршня 60 в правильном направлении.

Чтобы предотвратить такое заклинивание, предусмотрены фиксирующие средства,
50 которые в крайних положениях вращающегося поршня 60 фиксируют из обеих возможных мгновенных осей вращения 112 и 114 ту ось, которая соответственно и будет мгновенной осью вращения на следующем участке движения. В случае на фиг.7.8 это была бы ось вращения 112. Эта ось вращения поршня 112 временно фиксируется относительно

корпуса, как только ее положение совпадет с положением связанной с корпусом оси вращения цилиндрической части 50 внутренней стенки. Как только вращающийся поршень 60 повернулся на определенный угол вокруг этой фиксированной оси 112, то граничные условия обеспечивают далее автоматически его вращение без заклинивания в правильном направлении вокруг мгновенной оси вращения 112. После поворота поршня на этот определенный угол ось может быть снова освобождена. Ось должна быть освобождена, прежде чем вращающийся поршень 60 достигнет следующего крайнего положения, т.е. до окончания фазы движения.

Механическое устройство для временной фиксации мгновенных осей вращения 112 или 114 схематически представлено на фиг.16 в продольном разрезе вдоль линии S-N, показанной на фиг.7.8.

На фиг.16 корпус 10 с камерой 12 представлен в продольном разрезе. Корпус 10 состоит из боковой обечайки 150, которая образует камеру 12, и крышек 152 и 154. В камере 12 подвижно установлен вращающийся поршень 60. Обе возможные мгновенные оси вращения обозначены на фиг.16 позициями 112 и 114.

На торцевой поверхности вращающегося поршня 60 в местах обоих возможных положений мгновенных осей вращения 112 и 114 выполнены конические углубления 156 и 158. В крышке корпуса 154 помещены три штифта с цилиндрическими осями, совпадающими с осями цилиндрических частей 46, 48 и 50 внутренней стенки, из которых на фиг.16 видны только два штифта 158 и 160; положения их осей совпадают соответственно с осями цилиндров частей 46 и 50 внутренней стенки. Штифты 158 и 160 установлены с возможностью направленного движения вдоль своих осей. На концах штифтов находятся головки соответственно 162 и 164. Головки 162 и 164 похожи на катушки со средними частями соответственно 166 и 168 уменьшенного диаметра и из двух расположенных на расстоянии друг от друга шайб 170, 172 или соответственно 174, 176 большего диаметра. Средние части "катушкообразных" головок 166 и 168 сидят в отверстиях 178 и 180 крышки 154. Каналы отверстий 178 и 180 имеют расширения 182 и 184, в которые входят шайбы 172 и 176 со стороны камеры. Шайбы 172 и 176 снабжены со стороны камеры коническими поверхностями 186 и 188, которые могут входить, прилегая, во внутренние конические поверхности углублений 156 и 158. Внешние шайбы на стороне штифтов 170 и 174 являются якорем управляющих магнитов 190 и 192. Головки 162 и 164 могут двигаться между двумя позициями благодаря управляющим магнитам. В положении на фиг.16 слева шайба 172 погружена в расширение 182 отверстия 178. В другом положении на фиг.16 справа внешняя шайба 174 прилегает к внешней стороне крышки 154. При этом головка попадает конической поверхностью 188 в коническое углубление 156 вращающегося поршня 60.

Управляющие магниты 190 и 192 управляются в свою очередь не показанными на чертеже измерительными средствами (системой датчиков), реагирующими на фазу вращательного движения ведущего или ведомого вала 102. С помощью управляющих магнитов обеспечивается, что каждый раз при достижении крайнего положения, в котором имеет место скачок мгновенной оси вращения из положения 112 в положение 114 или наоборот, мгновенная ось вращения будет на время фиксироваться для каждого последующего участка движения. В случае фиг.7.8 это мгновенная ось вращения 112. Она, как показано на фиг.16, механически фиксируется вхождением головки 164 в коническое углубление 156 вращающегося поршня 60. Вследствие этого будет надежно обеспечено вращательное движение согласно фиг.7.9. Заклинивание вращающегося поршня 60 будет исключено.

Управление штифтами фиксации мгновенных осей вращения может быть осуществлено также механически кулачковым механизмом, качающейся рамкой и другими известными средствами.

В цилиндрических частях 70 и 72 боковой поверхности поршня предусмотрены продольные пазы 200, как представлено на фиг.17. В продольных пазах 200 находятся уплотнительные планки 202. Уплотнительные планки 202 прижимаются пружинами 204 к

внутренней стенке камеры 12. Вследствие этого достигается дополнительное уплотнение между вращающимся поршнем 60 и внутренней стенкой камеры 12. Уплотнительные планки могут дополнительно прижиматься давлением одного из рабочих пространств, которое вводится через продольный паз 200 и дополнительно прижимает уплотняющие

5 планки 120 к внутренней стенке камеры 12. Такое прижимное усилие улучшает уплотняющее действие, но приводит к повышению трения, которое неблагоприятно отражается на степени эффективности и износе. По этой причине дополнительное давление подается из камеры через клапанное устройство 206, которое приводится в действие разностью давлений в рабочих пространствах, например, 78 и 80. Если разность
10 давлений большая, то уплотняющие планки с большей силой прижимаются к внутренней стенке камеры 12. Вследствие этого, под влиянием повышенного давления, улучшается уплотнение между рабочими пространствами при большой разности давлений, в то время как при малой разности давлений достаточно менее сильного прижима уплотнительных планок 120, а трение уменьшается.

15 На фиг.17 и 20 клапанное устройство 206 имеет канал 208, который выполнен во вращающемся поршне 60 и соединяет друг с другом граничащие с вращающимся поршнем 60 рабочие пространства, например, 78 и 80. В канале 208 подвижно установлен золотник 210. Диаметр средней части 212 золотника 210 подогнан к диаметру канала 208. Концы золотника 214 и 216 вне его средней части 212 имеют уменьшенный диаметр. На выходе в
20 рабочие пространства 78, 80 в канал вставлены втулочные элементы 218 и 220. Концы золотника уменьшенного диаметра 214 и 216 могут входить в отверстия втулочных элементов 218 или 220 и запирать их.

Золотник 208 отрегулирован с помощью не представленных на фигуре средств так, что при незначительной разности давлений между рабочими пространствами 78, 80 он
25 перекрывает связь с продольными пазами 200. Когда разность давлений в рабочих пространствах достигает определенной пороговой величины, то золотник 208 приходит в одно из конечных положений, в которых конец 214 или 216 входит в соответствующий втулочный элемент. Тогда рабочее пространство более высокого давления сообщается с продольным пазом 200.

30 Желательно, чтобы профиль уплотнительных планок каждый раз соответствовал кривизне соответствующей части внутренней стенки, к которой уплотнительная планка прилегает. Тогда уплотнительная планка имела бы хорошее поверхностное соприкосновение и, тем самым, лучшее уплотнительное действие с частью внутренней
35 стенки даже при относительно малой силе прижатия планки к стенке, чем если бы уплотнительная планка и находящаяся с ней в контакте часть внутренней стенки имели бы различные радиусы кривизны и прилегали бы друг к другу только по линии. Однако части поверхности внутренней стенки, к которым по очереди прилегают уплотнительные планки, имеют либо меньший первый, либо больший второй радиус кривизны.

В варианте конструкции, показанном на фиг.18-19, решение этой проблемы
40 обеспечивается за счет того, что предусмотрено два типа уплотнительных планок, а именно 222 и 224. Один тип имеет профиль, подогнанный к частям 46, 48, 50 внутренней стенки с меньшим радиусом кривизны (фиг.1), то есть имеет такой же радиус кривизны как поверхность частей 46, 48, 50 внутренней стенки, а другой тип имеет профиль, подогнанный к частям 52, 54, 56 внутренней стенки с большим радиусом кривизны. Оба
45 типа уплотнительных планок, чередуясь друг с другом, располагаются в продольных пазах цилиндрических поверхностей 70 и 72, например три уплотнительные планки 222 и две уплотнительные планки 224.

Уплотнительные планки 222 с меньшим радиусом кривизны находятся в начале и в конце группы уплотнительных планок. Этим обеспечивается то, что к каждой части
50 внутренней стенки при контакте с цилиндрической частью 70 или 72 боковой поверхности поршня прилегают как минимум две уплотнительные планки, радиус кривизны которых совпадает с радиусом кривизны соответствующей части поверхности внутренней стенки.

На фиг.19А и 19Б показано другое решение. Там показана уплотнительная планка 226,

которая имеет выпуклый профиль 228. Профиль 228 разделен на три воображаемые полоски 230, 232 и 234. В обеих внешних полосках 230 и 234 профиль имеет радиус кривизны, который соответствует меньшему радиусу кривизны частей 46, 48, 50 внутренней стенки. В средней полоске 232 профиль имеет радиус кривизны, который

5 соответствует большому радиусу кривизны частей 52, 54, 56 внутренней стенки. Когда уплотнительная планка 226 прилегает к части 46, 48, 50 внутренней стенки с меньшим радиусом кривизны, то обе внешние полоски 230 и 234 имеют поверхностный контакт с частью внутренней стенки, например, 46. Это показано на фиг.19А. Если уплотнительная планка 226 прилегает к части 52, 54, 56 внутренней стенки с большим радиусом

10 кривизны, то уплотнительная планка в средней полосе 238 имеет поверхностный контакт с частью внутренней стенки, например, 52.

На фиг.2 показана машина с вращающимся поршнем (МВП), с корпусом 250, в котором находится камера 252, поперечное сечение которой является овалом пятого порядка. Внутренняя стенка камеры 252 состоит из пяти цилиндрических частей 254, 256, 258, 260

15 и 262 поверхности внутренней стенки с меньшим радиусом кривизны и чередующихся с ними пяти цилиндрических частей 264, 266, 270, 272 и 274 внутренней стенки большего радиуса кривизны. Выражение "цилиндрическое" означает здесь, что речь идет о частях цилиндрической поверхности. Части внутренней стенки меньшего и большего радиусов кривизны сопряжены друг с другом непрерывно и гладко, т.е. в поперечном разрезе имеют

20 общую касательную в точках сопряжения. В камере 252 подвижно установлен вращающийся поршень 276. Поперечный разрез вращающегося поршня 276 - это овал четвертого порядка. Боковая поверхность корпуса вращающегося поршня 276 состоит из четырех цилиндрических частей 278, 280, 282 и 284 меньшего радиуса кривизны и чередующихся с ними четырех цилиндрических частей 286, 288, 290 и 292 большего

25 радиуса кривизны. И в этом случае части боковой поверхности корпуса с меньшим и большим радиусами кривизны сопрягаются друг с другом непрерывно и гладко, т.е. с общей касательной в точках сопряжения в поперечном разрезе. Меньшие и большие радиусы кривизны вращающегося поршня 276 и здесь соответствуют меньшим и бóльшим радиусам кривизны камеры 252.

Камера 252 имеет пятикратную симметрию, т.е. имеются пять плоскостей симметрии, которые соответственно проходят через ось цилиндра внутренней части стенки меньшего радиуса кривизны, она же ось цилиндра противоположной части внутренней стенки

30 большего радиуса кривизны. Плоскости симметрии пересекаются в центральной оси 294. Вращающийся поршень 276 имеет только двукратную симметрию: одна плоскость симметрии проходит через оси цилиндров противоположных цилиндрических частей боковой поверхности 278 и 282, а другая - через оси цилиндров противоположных цилиндрических частей 280 и 284 боковой поверхности поршня.

35

Подобно, как и для МВП, показанной на фиг.1, для вращающегося поршня 276 определены два возможных положения мгновенных осей вращения 296 и 298. Оси

40 вращения 296 и 298 - это оси цилиндрических частей соответственно 278 и 282 боковой поверхности, которые лежат в первой плоскости симметрии вращающегося поршня 276.

Во вращающемся поршне 276 имеется, аналогично, как для МВП на фиг.1 бивальный центральный вырез 300. Более длинная ось выреза 300 расположена во второй плоскости симметрии вращающегося поршня 276. Более короткая ось лежит в вышеупомянутой

45 первой плоскости симметрии. Вдоль центральной оси 294 расположен ведущий или ведомый вал 302. На ведущий или ведомый вал 302 посажена шестерня 304. Шестерня 304 соединена, соответственно, с одной из двух дугобразно вогнутых зубчатых планок 306 и 308. Центр кривизны зубчатой дуговой рейки 306 лежит на мгновенной оси вращения 296. Центр кривизны зубчатой дуговой рейки 308 лежит на мгновенной оси вращения 298. В

50 концах выреза 300 находятся линейные зубчатые планки 310 и 312. Они могут заменяться также выпуклыми зубчатыми секторами.

Принцип работы этой конструкции по существу аналогичен принципу действия конструкции, показанной на фиг.1, и предусматривает передачу крутящего момента между

вращающимся поршнем 276 и ведомым или ведущим валом 302.

Вращающийся поршень 276 вращается в камере 252 против часовой стрелки, по существу таким же образом, как это описывалось для фиг.2: на следующих друг за другом участках движения вращающийся поршень вращается вокруг одной из двух возможных

5 мгновенных осей вращения, например, поворачиваясь цилиндрической частью 278 своей боковой поверхности в цилиндрической части 254 внутренней стенки вокруг оси вращения 296, причем часть 282 боковой поверхности скользит по части 258 внутренней стенки. При достижении крайнего положения происходит смена оси вращения.

При этом вращающийся поршень 276 вращается относительно камеры 252, поочередно

10 поворачиваясь вокруг связанных с камерой осей вращения 314, 316, 318, 320 и 322 (фиг.8). Эти оси определены в свою очередь осями соответствующих цилиндрических частей 254, 260, 256, 262 и 258 внутренней стенки. Центральная ось 294 камеры описывает относительно вращающегося поршня 276 траекторию 324, имеющую форму дугового двуугольника. При этом шестерня 304 находится попеременно в зацеплении то с

15 вогнутой зубчатой рейкой 306, то с 308, в зависимости от того, вращается ли поршень 276 вокруг мгновенной оси вращения 296 или вокруг мгновенной оси вращения 298. Это аналогично фиг.4.

На фиг.9 и 10 показана для конструкции, приведенной на фиг.2, смена мгновенных осей вращения с оси 298 на ось 296 и соответствующий переход шестерни 302 от вогнутой

20 зубчатой рейки 308 на зубчатую рейку 306. Если пренебречь несколько измененной формой овального выреза, этот процесс аналогичен представленному на фиг.5 и 6.

В крайнем положении вращающегося поршня кинематика снова не замкнута и мгновенная ось вращения определена не однозначно. При этом возникают проблемы, аналогичные вышеописанным для фиг.2, а именно вращающийся поршень 276 при

25 медленном вращении не переводится давлением в рабочем пространстве во вращение вокруг другой оси, показанной на фиг.8, а вжимается перпендикулярно первой плоскости симметрии между частями 268 и 272 внутренней стенки и заклинивается. Эта проблема и в этом случае решается за счет применения конструкции, представленной на фиг.16, в которой мгновенные оси вращения вращающегося поршня при достижении крайних

30 положений временно фиксируются в положениях связанных с камерой осей вращения 314, 316, 318, 320 и 322.

На фиг.11.1-11.20 показан, аналогично фиг.7.1-7.12, процесс движения вращающегося поршня 276 в целом для полного цикла: образование рабочих пространств, всасывание и сжатие воздуха, впрыскивание и воспламенение топлива, а также выпуск газообразных

35 продуктов сгорания.

Видно, что полному циклу вращающегося поршня 276 соответствуют шесть рабочих тактов со впрыскиванием, воспламенением и сгоранием топлива, причем снова каждому рабочему такту соответствует такт всасывания и уплотнения и после рабочего такта - такт выпуска.

На фиг.3 показана конструкция, где в корпусе 350 образована камера 352, поперечный

40 разрез которой представляет собой овал седьмого порядка. Внутренняя стенка камеры 352 состоит из семи вогнутых цилиндрических частей 354, 356, 358, 360, 362, 364 и 366 относительно малого радиуса кривизны и семи чередующихся с ними вогнутых цилиндрических частей 368, 370, 372, 374, 376, 378 и 380 относительно большого

45 радиуса кривизны. Чередующиеся части внутренней поверхности с меньшим и большим радиусами кривизны переходят одна в другую непрерывно и гладко. В камере 352 подвижно установлен вращающийся поршень 382. Поперечный разрез вращающегося поршня 382 представляет собой овал шестого порядка. Боковая поверхность 382 поршня состоит из шести выпуклых цилиндрических частей 384, 386, 388, 390, 392 и 394

50 относительно малого радиуса кривизны и чередующихся с ними шести выпуклых цилиндрических частей 396, 398, 400, 402, 404 и 406 относительно большого радиуса кривизны. Меньшие и большие радиусы кривизны вращающегося поршня 382 соответствуют меньшим и большим радиусам кривизны камеры 352. Камера 352 имеет

семикратную симметрию, т.е. семь радиальных плоскостей симметрии, которые пересекаются в центральной оси 408. Вращающийся поршень и в этом случае имеет лишь двукратную симметрию: первая плоскость симметрии проходит через оси противоположных выпуклых цилиндрических частей 384 и 390 его боковой поверхности. Эти обе оси и в этом случае образуют два возможных положения мгновенных осей вращения 410 и 412 поршня 382. Вторая ось симметрии проходит перпендикулярно через оси выпуклых цилиндрических частей 398 и 404 боковой поверхности поршня.

Ведомый или ведущий вал 414 расположен вдоль центральной оси 408. Ведомый или ведущий вал 414 проходит сквозь овальный вырез 416 вращающегося поршня 382. На ведомый или ведущий вал 414 посажена шестерня 418. Шестерня 418 находится в зацеплении с одной из двух взаимно противоположных вогнутых зубчатых реек 420 и 422, центры кривизны которых лежат соответственно на осях вращения 410 и 412. Таким образом, вращательное движение вращающегося поршня 382 передается на ведомый или ведущий вал или с вала на поршень. Эта конструкция функционирует так же, как и конструкция, подробно описанная со ссылкой на фиг.1.

Фиг.12 похожа на фиг.4 или 8, но базируется на конструкции, представленной на фиг.3. Она показывает семь определяющихся камерой возможных положений осей вращения, вокруг которых вращается поршень 382, относительно поршня этому соответствует вращение вокруг мгновенных осей вращения 410 или 412 на последующих друг за другом участках движения. Это оси вогнутых цилиндрических поверхностей внутренней стенки с меньшим радиусом кривизны. Эти поочередно задействуемые положения мгновенных осей вращения обозначены на фиг.12 позициями 424, 426, 428, 430, 432, 434 и 436. Под номером 438 на фиг.12 показана траектория центральной оси 408 относительно вращающегося поршня 382. Позицией 440 обозначена траектория, по которой при вращении вокруг одной из определенных камерой мгновенных осей вращения 410 или 412 проходит другая ось вращения, соответственно 412 или 410. Эта траектория - дуговой семиугольник, движение по которому опять же не является непрерывным.

Фиг.13 и 14 для конструкции, показанной на фиг.3, соответствуют фиг.5 и 6, приведенным для конструкции, показанной на фиг.1, а также фиг.9 и 10, приведенным для конструкции, показанной на фиг.2. Функционирование такое же, как и там. Однако форма вырезов на фиг.2 и 3 все больше приближается к форме скругленного дугового "прямоугольника", а "ход" поршня в каждом рабочем цикле укорачивается.

На фиг.15.1-15.28 показан в целом процесс движения вращающегося поршня 382 для конструкции фиг.3 для полного поворота вращающегося поршня на 360°. Задействованная на данный момент времени мгновенная ось вращения отмечена затемненным кружком. В крайних положениях кинематика не определяет точно, какая из осей 410 или 412 является мгновенной осью вращения. Поэтому обе оси вращения 410 и 412 отмечены наполовину затемненными кружками. Воспламенение впрыснутого топлива или выпуск рабочего тела, как представлено, например, на фиг.15.2, может вжать и заклинить вращающийся поршень по диагонали налево вниз на фиг.15.2 вместо того, чтобы осуществить следующий такт вращательного движения. Таким образом вращающийся поршень может заклиниться между частями 368 и 374 внутренней стенки. По этой причине здесь также предусмотрены фиксирующие средства, расположенные в местах связанных с камерой осей вращения 424, 426, 428, 430, 432, 434 и 436, выполненные по типу конструкции, показанной на фиг.16, для фиксации связанных с поршнем мгновенных осей вращения 410 или 412.

На фиг.15.1-15.28 показано, что полному обороту поршня 382 в целом соответствуют восемь рабочих тактов, сопровождаемых соответственно тактами ввода, сжатия и выпуска.

Поскольку в конструкциях на фиг.2 и 3 за каждый оборот ведомого вала 302 или 414 происходят соответственно шесть или восемь тактов, такие МВП могут работать более медленно при высоком крутящем моменте, чем МВП на фиг.1. Для медленно работающих МВП данного вида опасность заклинивания вращающегося поршня особенно высока: в первых, неопределенность кинематики в крайних положениях участков движения

вращающегося поршня инерционно не компенсируется вращательным моментом поршня, заставляющим поршень продолжать вращение. Во-вторых, "угол клина" между частями внутренней стенки, между которыми вращающийся поршень может заклинить, с возрастанием порядка овала уменьшается. Для МВП с овалами более высокого порядка

5 фиксации мгновенной оси вращения согласно фиг.16 имеет особенное значение.

Описанные конструкции допускают возможность их реализации во множестве вариантов. К примеру, части боковой поверхности поршня 60, изогнутые вокруг возможных мгновенных осей вращения 112 и 114, показанных на фиг.1, необязательно должны быть цилиндрическими. Изобретение может осуществляться также таким образом, чтобы только

10 контактные поверхности уплотнительных планок лежали на изогнутой вокруг мгновенных осей вращения поверхности цилиндра. Это должно также подразумеваться под понятием "цилиндрические части корпуса".

Формула изобретения

15 1. Машина с вращающимся поршнем, содержащая

а) корпус с призматической камерой (32; 252; 352), поперечный разрез которой образует овал нечетного порядка, состоящий из чередующихся дуг первого (34, 36, 38), меньшего, и второго (40, 42, 44), большего, радиусов кривизны, которые непрерывно и дифференцируемо переходят одна в другую и образуют при этом, соответственно, первые

20 (46, 48, 50; 254, 256, 258, 260, 262; 354, 356, 358, 360, 362, 364, 366) и вторые (52, 54, 56; 264, 266, 268, 270, 272; 368, 370, 372, 374, 376, 378, 380) цилиндрические части внутренней стенки камеры.

б) призматический вращающийся поршень (60; 276; 382), боковая поверхность которого имеет диаметрально противоположные цилиндрические части (70, 72; 278, 282; 384, 390),

25 которые имеют первый радиус кривизны и одна из которых располагается с возможностью вращения в соответствующей, первой цилиндрической части (46, 48, 50; 254, 256, 258, 260, 262; 356, 358, 360, 362, 364, 366) внутренней стенки камеры, а другая прилегает к противоположной части (54, 52, 56; 268, 264, 270, 266, 272; 360, 356, 376, 370, 378, 372, 380) внутренней стенки камеры, так что вращающийся поршень (60; 276; 382) в

30 любом положении делит камеру (32; 252; 352) на два рабочих пространства (например, 78, 80), объемы которых при вращении поршня (60; 276; 382) попеременно увеличиваются и уменьшаются, причем цилиндрические части боковой поверхности вращающегося поршня определяют срединную плоскость, в которой расположены мгновенные оси вращения (112, 114; 296, 298; 410, 412) вращающегося поршня (60; 276; 382),

35 проходящие вдоль осей цилиндрических частей его боковой поверхности,

в) средства для периодического впуска рабочего тела в рабочие пространства (например, 78, 80) и выпуска его оттуда, причем на каждом участке движения вращающийся поршень (60; 276; 382) первой из диаметрально противоположных частей своей боковой поверхности поворачивается в первой части внутренней стенки камеры, вращаясь вокруг соответствующей мгновенной оси вращения (112, 114; 296, 298; 410, 412), проходящей вдоль оси цилиндрической поверхности первой части внутренней стенки камеры, а второй частью скользит вдоль противоположной второй части внутренней стенки камеры (32; 252; 352) к следующей по направлению вращения первой части внутренней стенки камеры (32; 252; 352), где он достигает крайнего положения участка движения,

40 после чего мгновенная ось вращения (112, 114; 296, 298; 410, 412) поршня скачком переходит в измененное положение, определяемое упомянутой следующей частью внутренней стенки и соответствующее другой оси вращения поршня, для последующего участка движения вращающегося поршня, и

г) средства сцепления ведущего или ведомого вала с вращающимся поршнем (60; 276; 382),

50

отличающаяся тем, что

д) она снабжена фиксирующими средствами (186, 188), обеспечивающими при достижении мгновенной осью вращения (112, 114; 296, 298; 410, 412) упомянутого

измененного положения временную фиксацию этой оси для последующего участка движения вращающегося поршня.

2. Машина с вращающимся поршнем по п.1, отличающаяся тем, что фиксирующие средства (156, 158, 172, 176) освобождают вращающийся поршень (60; 276; 382) до достижения им крайнего положения следующего участка движения.

3. Машина с вращающимся поршнем по п.2, отличающаяся тем, что а) на торцевой поверхности вращающегося поршня (60; 276; 382) в местах возможных мгновенных осей вращения (112, 114; 296, 298; 410, 412) предусмотрены соединительные структуры (156, 158), а б) со стороны корпуса на осях первых цилиндрических частей внутренней стенки установлены подвижные в осевом направлении штифты (158, 160) с дополнительными соединительными структурами (172, 176), вводимыми в контакт с соединительными структурами вращающегося поршня (60; 276; 382) для фиксации соответствующей мгновенной оси вращения (112, 114; 296, 298; 410, 412).

4. Машина с вращающимся поршнем по п.3, отличающаяся тем, что а) соединительные структуры со стороны поршня образованы коническими углублениями (156, 158), выполненными в торцевой поверхности вращающегося поршня (60; 276; 382), а б) соединительные структуры со стороны штифтов образованы коническими головками (172, 176), вводимыми в конические углубления (156, 158) для сцепления с ними.

5. Машина с вращающимся поршнем по п.3, отличающаяся тем, что штифты (158, 160) управляются электрическими исполнительными механизмами (190, 192).

6. Машина с вращающимся поршнем по любому из пп.1-5, отличающаяся тем, что а) через камеру (32; 252; 352) проходит расположенный по центру камеры ведущий или ведомый вал (102; 302; 414) с шестерней (104; 304; 418), б) вращающийся поршень (60; 276; 382) имеет продолговатый в поперечном сечении вырез (106; 300; 416), более длинная ось которого проходит перпендикулярно к срединной плоскости вращающегося поршня (60; 276; 382), в) вырез (106; 300; 416) имеет внутренние зубья, находящиеся в зацеплении с шестерней (104; 304; 418) вала.

7. Машина с вращающимся поршнем по п.5, отличающаяся тем, что электрические исполнительные механизмы управляются измерительными средствами, реагирующими на фазу вращательного движения ведущего или ведомого вала (102; 302; 414).

8. Машина с вращающимся поршнем по п.7, отличающаяся тем, что а) внутренние зубья по обе стороны от более длинной оси выреза (106; 300; 416) выполнены в виде противоположащих вогнутых зубчатых реек (108, 110; 306, 308; 420, 422), а б) внутренние зубья на концах выреза (106; 300; 416) выполнены в виде невогнутых зубчатых реек (116, 118, 310, 312).

9. Машина с вращающимся поршнем по п.8, отличающаяся тем, что зубчатые рейки (116, 118; 310, 312) на концах выреза выполнены прямолинейными.

10. Машина с вращающимся поршнем по п.8, отличающаяся тем, что зубчатые рейки (116, 118; 310, 312) на концах выреза выполнены выпуклыми.

11. Машина с вращающимся поршнем по любому из пп.1-5, отличающаяся тем, что поперечное сечение вращающегося поршня (60; 276; 382) является также овалом, состоящим из чередующихся дуг первого и второго радиусов кривизны, которые непрерывно и дифференцируемо переходят одна в другую и образуют соответствующие первые и вторые цилиндрические части боковой поверхности вращающегося поршня.

12. Машина с вращающимся поршнем по п.11, отличающаяся тем, что а) в упомянутых диаметрально противоположных цилиндрических частях боковой поверхности вращающегося поршня (60; 276; 382) выполнены продольные пазы (200), в которые помещены уплотнительные планки (120), образующие уплотнение между рабочими пространствами (например, 78, 80) и прилегающие к внутренней поверхности камеры (32; 252; 352), причем б) продольные пазы (200) при помощи клапанного устройства (206), управляемого разностью давлений в рабочих пространствах (78, 80), при возникновении большой разности давлений сообщаются с тем рабочим пространством, в котором давление больше.

13. Машина с вращающимся поршнем по п.12, отличающаяся тем, что а) клапанное устройство (206) имеет канал (208), выполненный во вращающемся поршне (60) и соединяющий граничащие в вращающемся поршне (60) рабочие пространства (78, 80), б) канал (208) на обоих концах отделен от рабочих пространств втулочными элементами (218, 220) с соединительными отверстиями, в) в канале (208) подвижно установлен золотник (210), имеющий с обеих сторон участки (214, 216) уменьшенного диаметра, причем в конечных положениях золотника (210) соответствующий участок (214, 216) уменьшенного диаметра входит в соединительное отверстие соседнего с ним втулочного элемента (218, 220).
14. Машина с вращающимся поршнем по п.12, отличающаяся тем, что уплотнительные планки (120) имеют выпуклый профиль, подогнанный по радиусу кривизны к одной из цилиндрических частей внутренней стенки камеры.
15. Машина с вращающимся поршнем по п.14, отличающаяся тем, что а) в обеих диаметрально противоположных цилиндрических частях боковой поверхности вращающегося поршня предусмотрены пары параллельных пазов и уплотнительных планок (120), б) в каждой паре одна уплотнительная планка имеет выпуклый профиль с первым радиусом кривизны, а другая уплотнительная планка каждой пары - выпуклый профиль со вторым радиусом кривизны.
16. Машина с вращающимся поршнем по п.14, отличающаяся тем, что профиль (228) уплотнительных планок (120) поделен на полоски (230, 232, 234), причем радиус кривизны, по меньшей мере, одной из полосок (230, 234) соответствует меньшему радиусу кривизны первых частей внутренней стенки камеры, а радиус кривизны, по меньшей мере, одной другой полоски (232) соответствует большему радиусу кривизны вторых частей внутренней стенки.
17. Машина с вращающимся поршнем по п.16, отличающаяся тем, что у каждой уплотнительной планки две внешние полоски (230, 234) профиля имеют меньший, а находящаяся между ними внутренняя полоска (232) больший радиус кривизны.
18. Машина с вращающимся поршнем по п.11, отличающаяся тем, что а) камера является в поперечном разрезе овалом нечетного порядка $(2n+1) > 3$, где n натуральное число, б) вращающийся поршень в поперечном разрезе является овалом четного порядка $2n$, где n - натуральное число, в частности, овалом 4-го или 6-го порядка, причем в) поршень имеет две диаметрально противоположные главные вершины с двумя диаметрально противоположными цилиндрическими частями его боковой поверхности, а возможные мгновенные оси вращения поршня находятся в его на срединной плоскости, соединяющей главные вершины.
19. Машина с вращающимся поршнем содержащая а) корпус с призматической камерой, поперечный разрез которой образует овал нечетного порядка, состоящий из чередующихся дуг первого, меньшего и второго, большего, радиусов кривизны которые непрерывно и дифференцируемо переходят одна в другую и образуют при этом соответственно первые и вторые цилиндрические части внутренней стенки камеры, б) призматический вращающийся поршень, боковая поверхность которого имеет диаметрально противоположные цилиндрические части, которые имеют первый радиус кривизны, и одна из которых располагается с возможностью вращения в соответствующей первой цилиндрической части внутренней стенки камеры, а другая прилегает к противоположной части внутренней стенки камеры, так что вращающийся поршень в любом положении делит камеру на два рабочих пространства, объемы которых при вращении поршня попеременно увеличиваются и уменьшаются, причем цилиндрические части боковой поверхности вращающегося поршня определяют срединную плоскость, в которой расположены мгновенные оси вращения поршня, проходящие вдоль осей цилиндрических частей боковой поверхности, в) средства периодического впуска рабочего тела в рабочие пространства и выпуска его оттуда для приведения вращающегося поршня в движение, причем на каждом участке движения вращающийся поршень первой из диаметрально противоположных частей своей боковой поверхности поворачивается в первой части

внутренней стенки камеры, вращаясь вокруг соответствующей мгновенной оси вращения, проходящей вдоль оси цилиндрической поверхности первой части внутренней стенки камеры, а второй частью - скользит вдоль противоположной второй части внутренней стенки камеры к следующей по направлению вращения первой части внутренней стенки камеры, где он достигает крайнего положения участка движения, после чего мгновенная ось вращения скачком переходит в измененное положение, определяемое упомянутой следующей частью внутренней стенки и соответствующее другой оси вращения поршня, для последующего участка движения вращающегося поршня, и г) средства сцепления вала с вращающимся поршнем, отличающаяся тем, что д) камера является в поперечном разрезе овалом нечетного порядка $(2n+1) > 3$, где n - натуральное число, е) вращающийся поршень в поперечном разрезе является овалом четного порядка $2n$, где n - натуральное число, в частности, овалом 4-го или 6-го порядка, причем ж) поршень имеет две диаметрально противоположные главные вершины с двумя диаметрально противоположными цилиндрическими частями его боковой поверхности, а возможные мгновенные оси вращения поршня находятся в его срединной плоскости, соединяющей главные вершины.

20. Машина с вращающимся поршнем по п.1 или 19, отличающаяся тем, что камера сгорания имеет поперечное сечение в форме фигуры постоянной высоты, а поршень имеет форму, соответствующую форме камеры сгорания, при которой поршень является зеркально-симметричным относительно срединной плоскости, причем срединная плоскость проходит через два центра кривизны камеры сгорания, находящихся на максимальном расстоянии друг от друга, а боковая поверхность поршня, находящегося в крайнем положении участка движения, полностью прилегает с одной стороны срединной плоскости к внутренней стенке образующейся при этом меньшей части камеры сгорания.

25

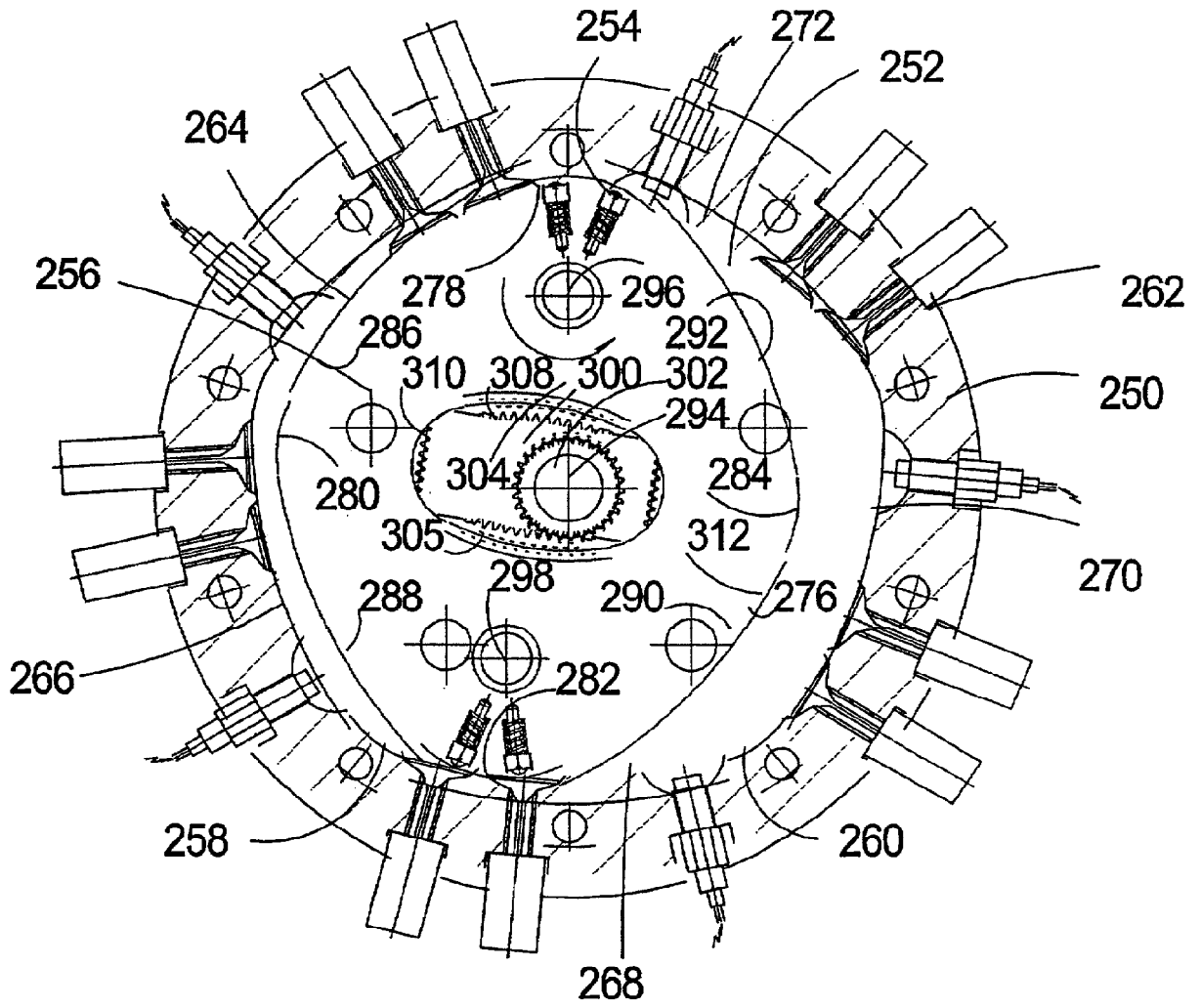
30

35

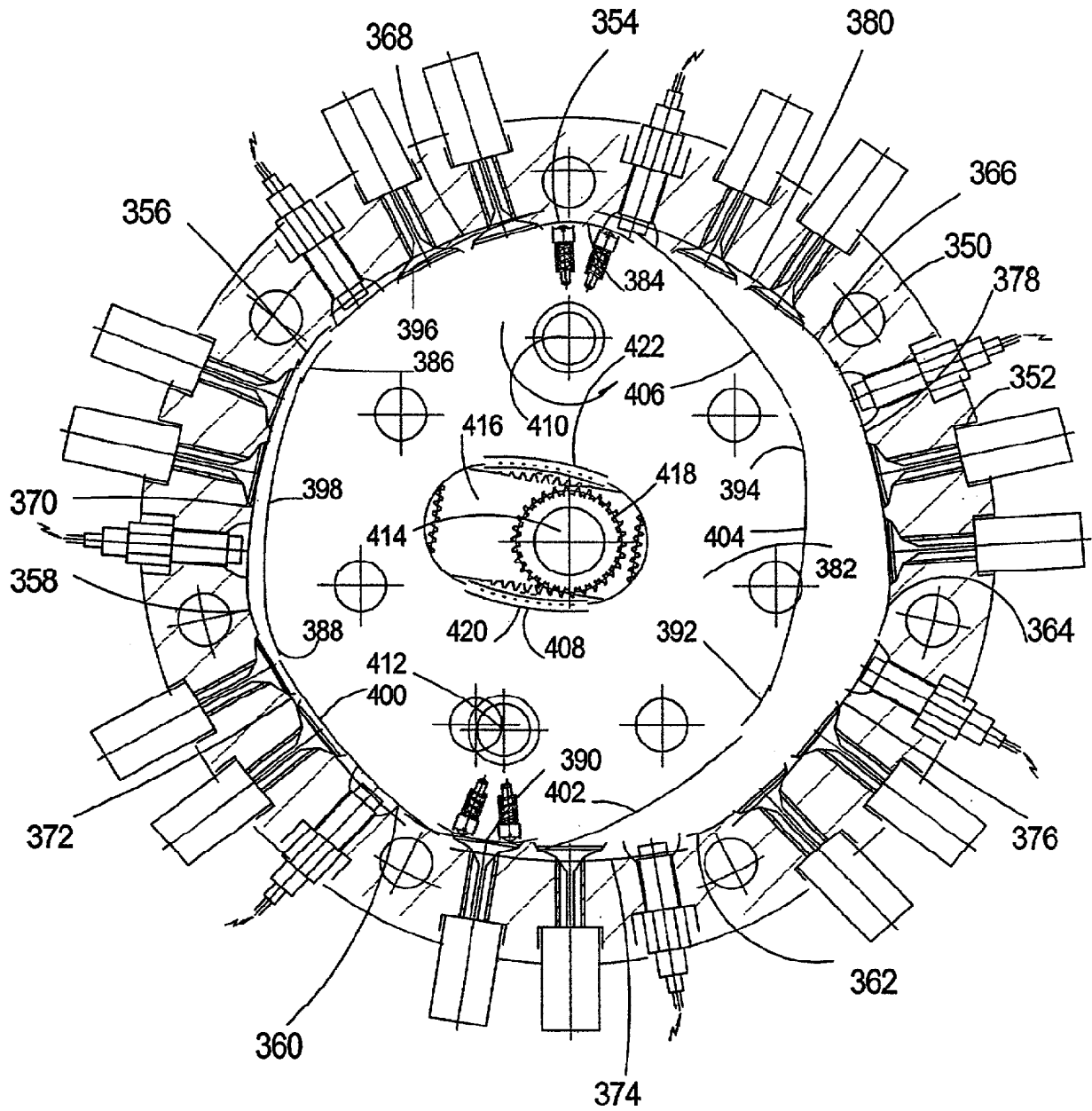
40

45

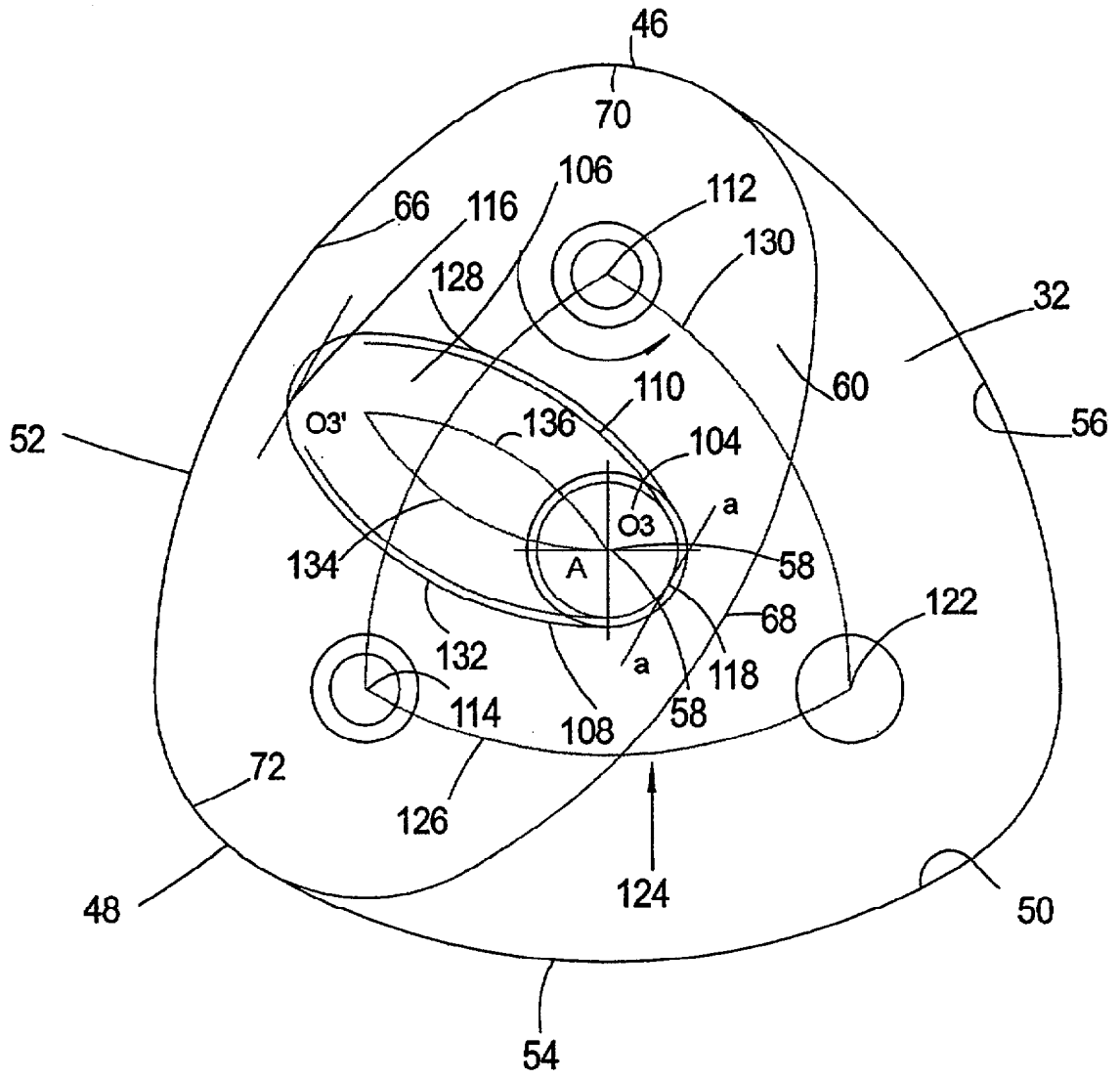
50



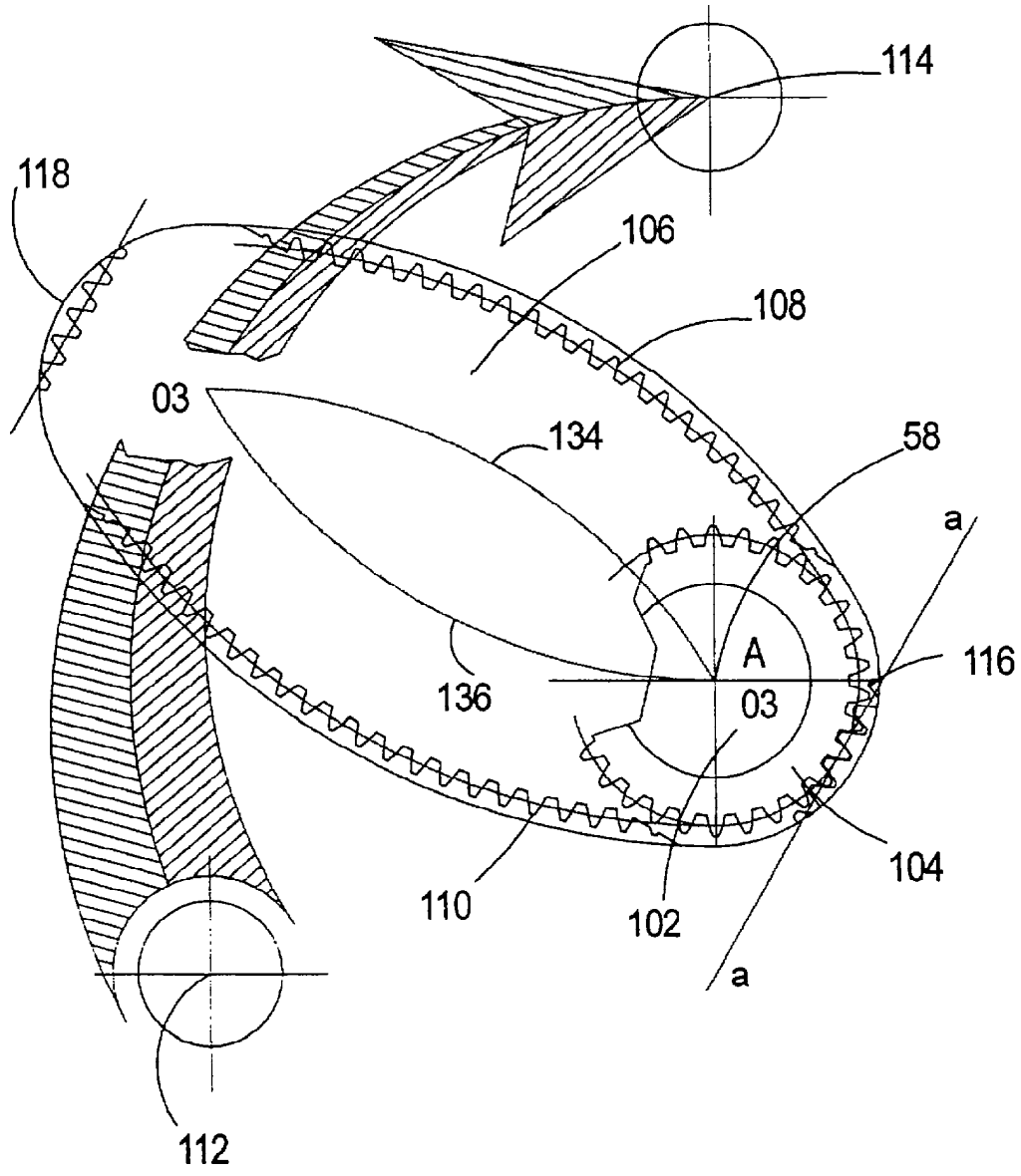
ФИГ. 2



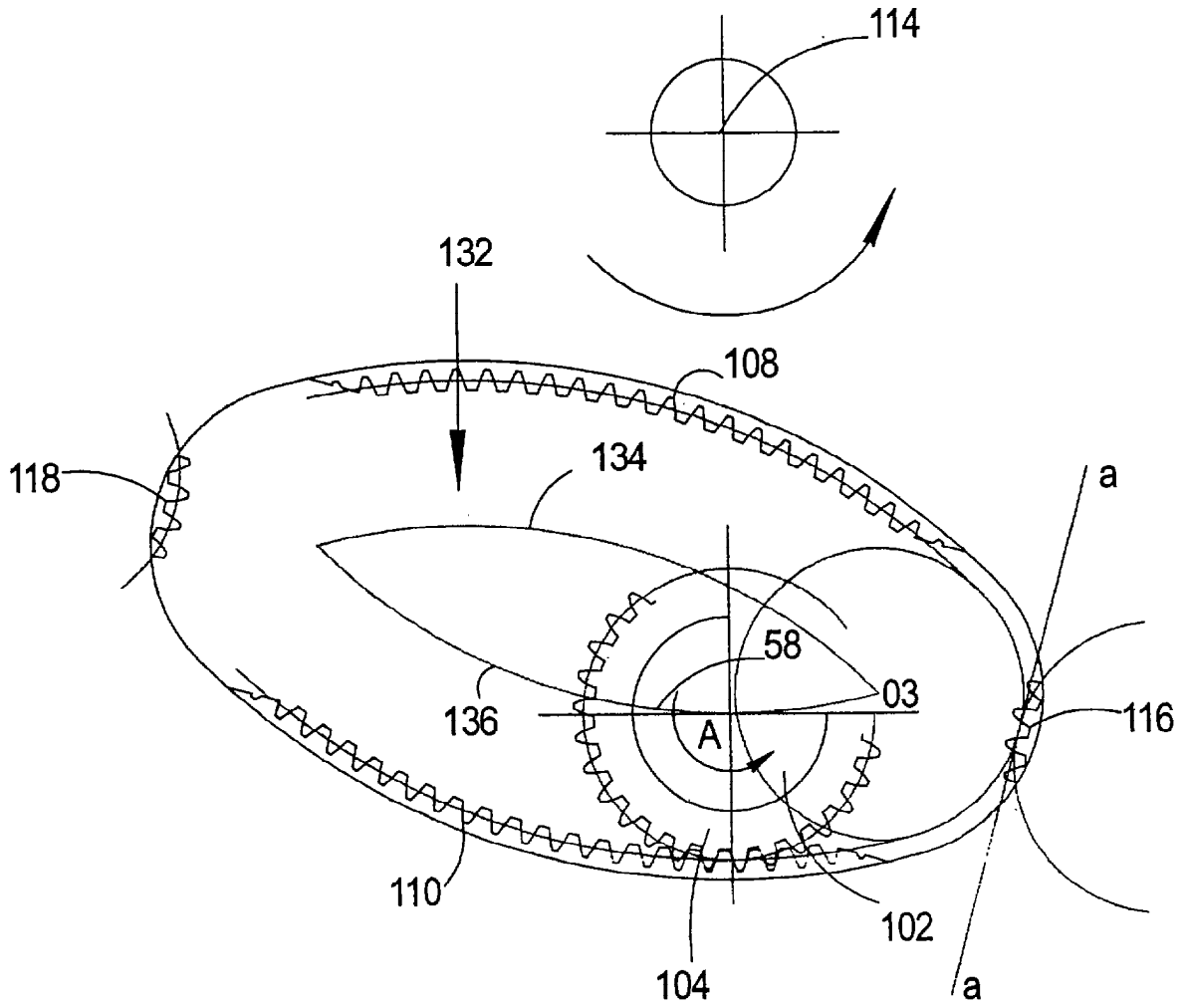
ФИГ. 3



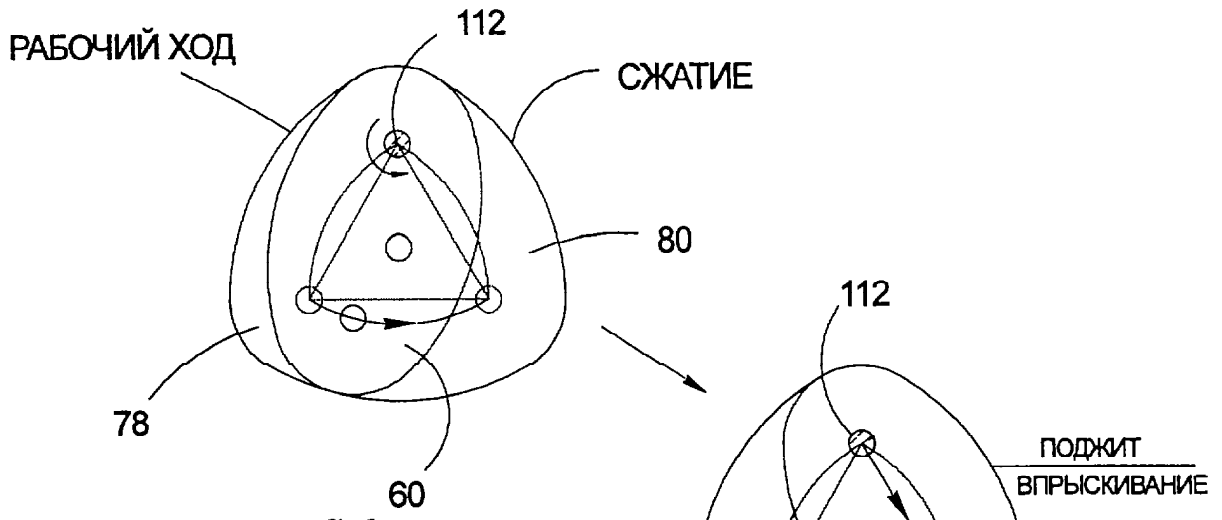
ФИГ. 4



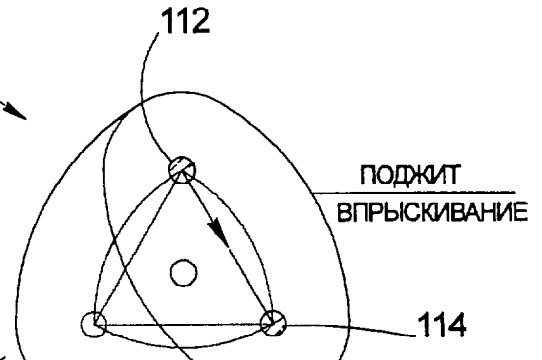
ФИГ. 5



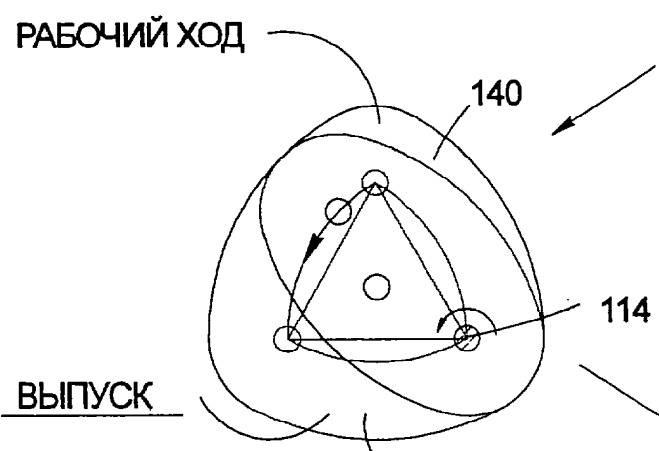
ФИГ. 6



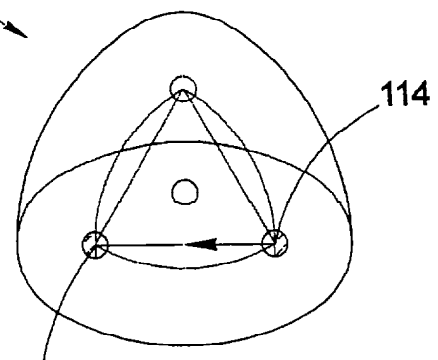
ФИГ. 7.1



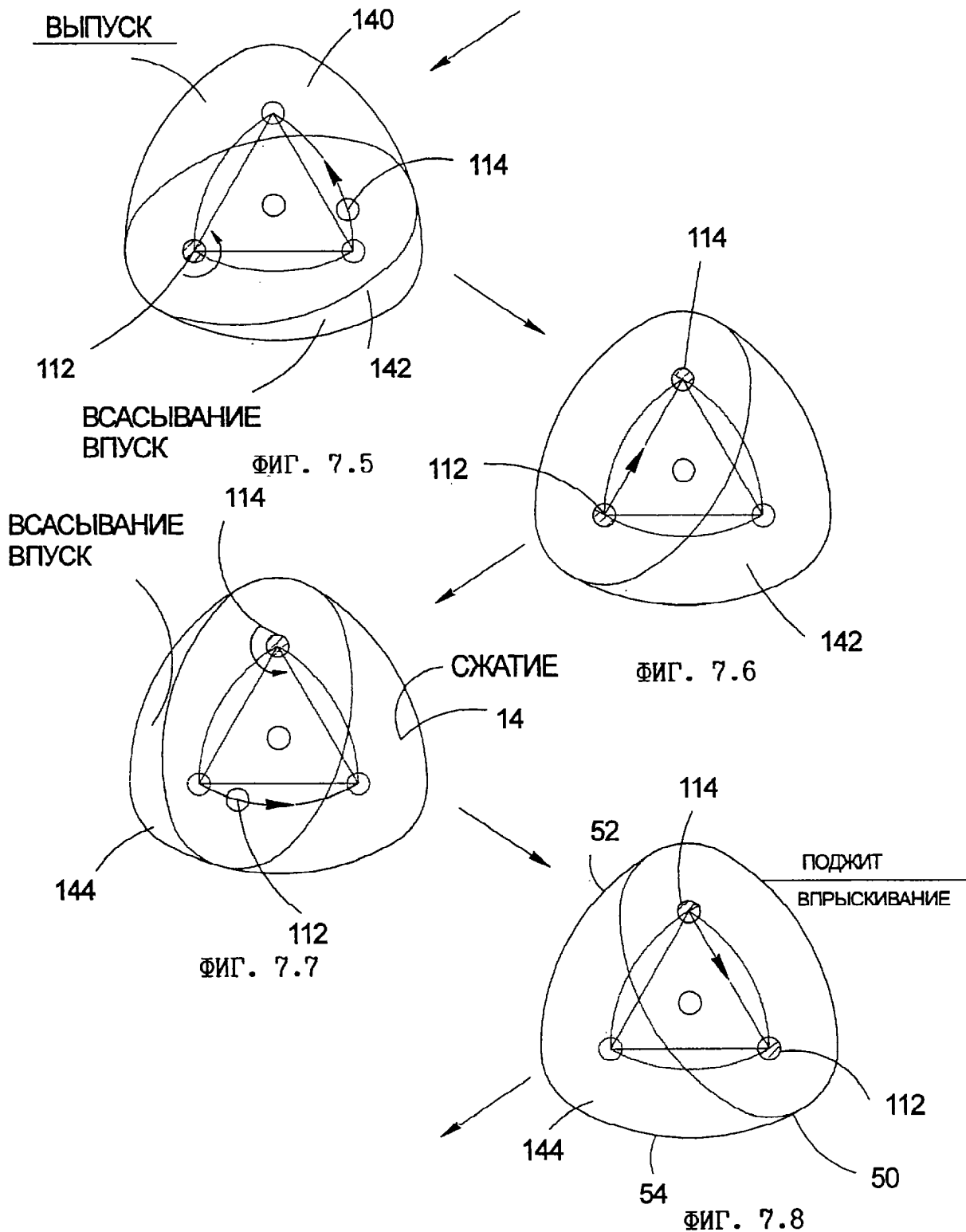
ФИГ. 7.2

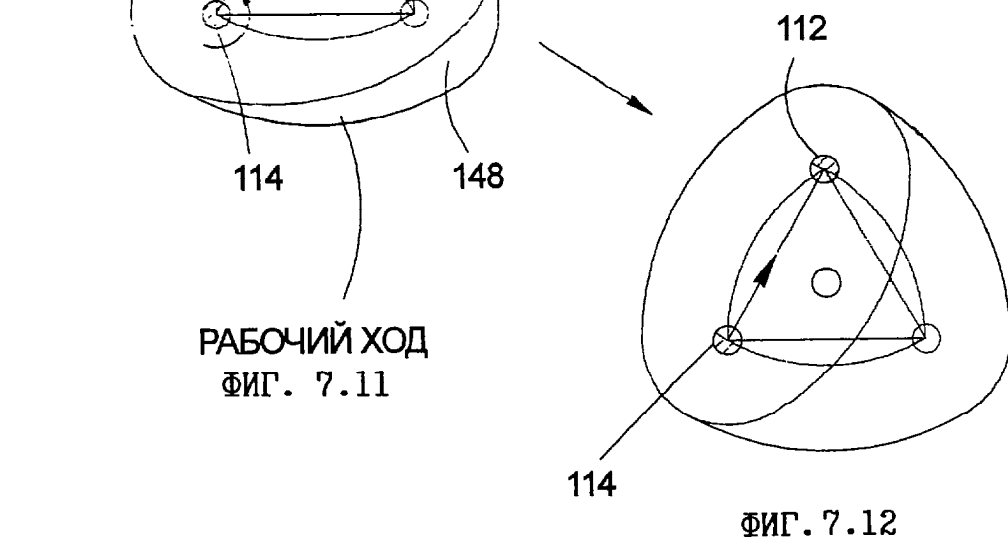
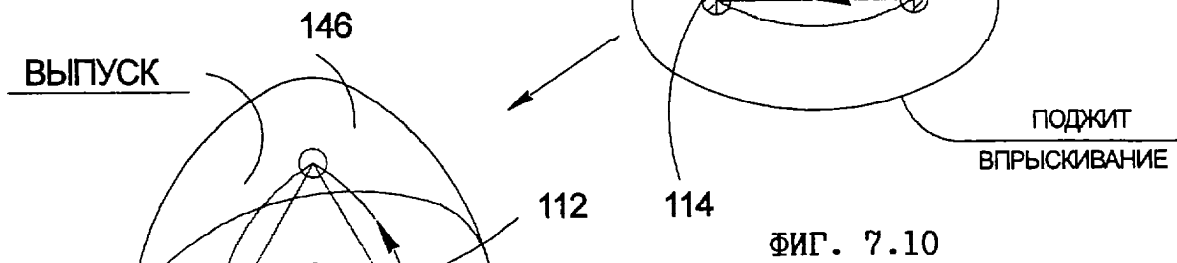
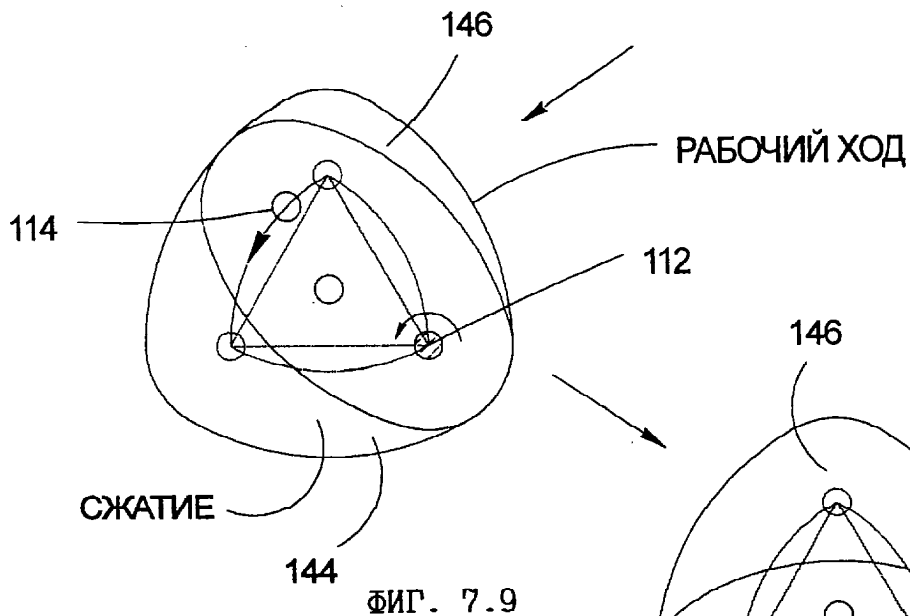


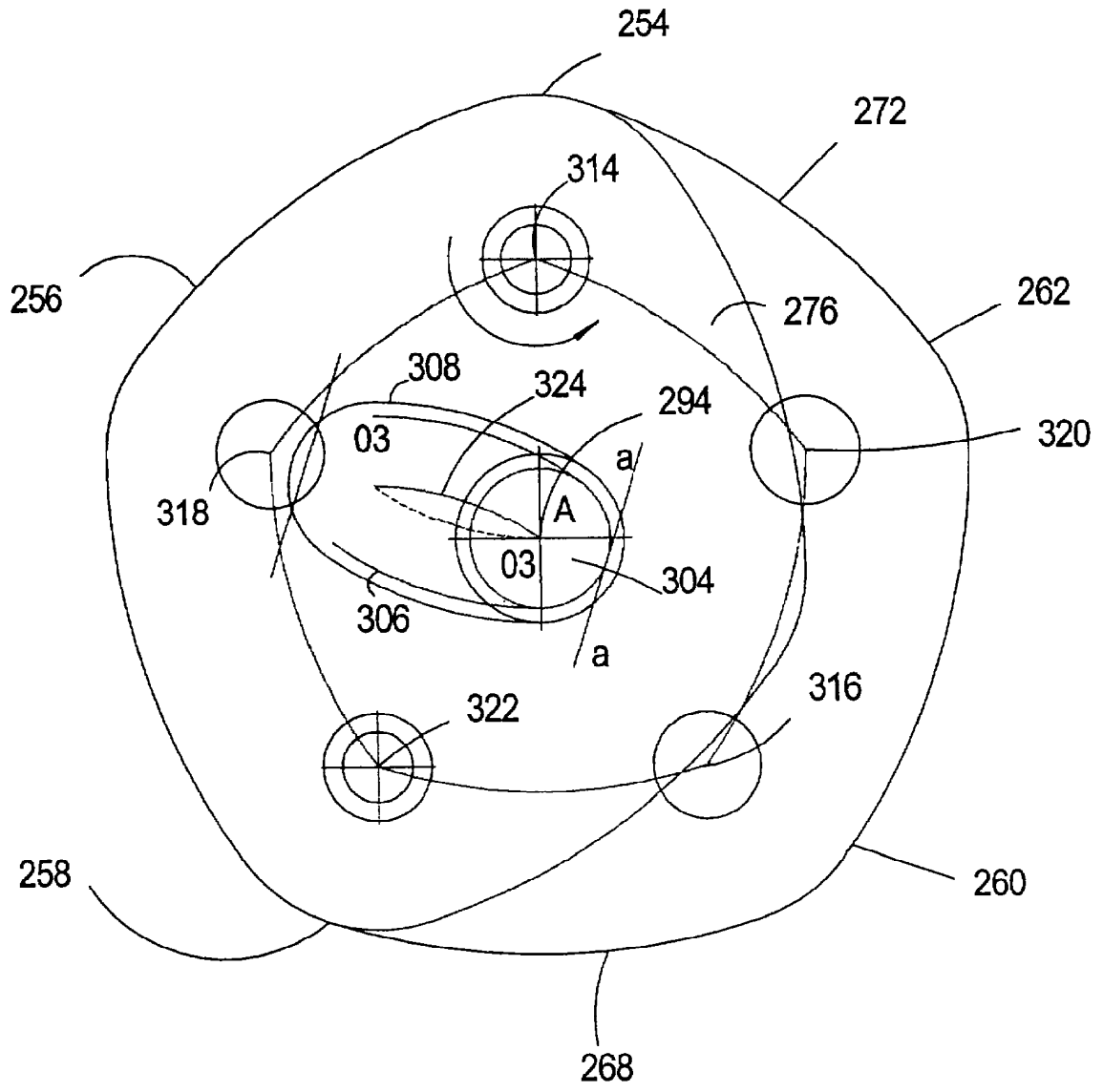
ФИГ. 7.3



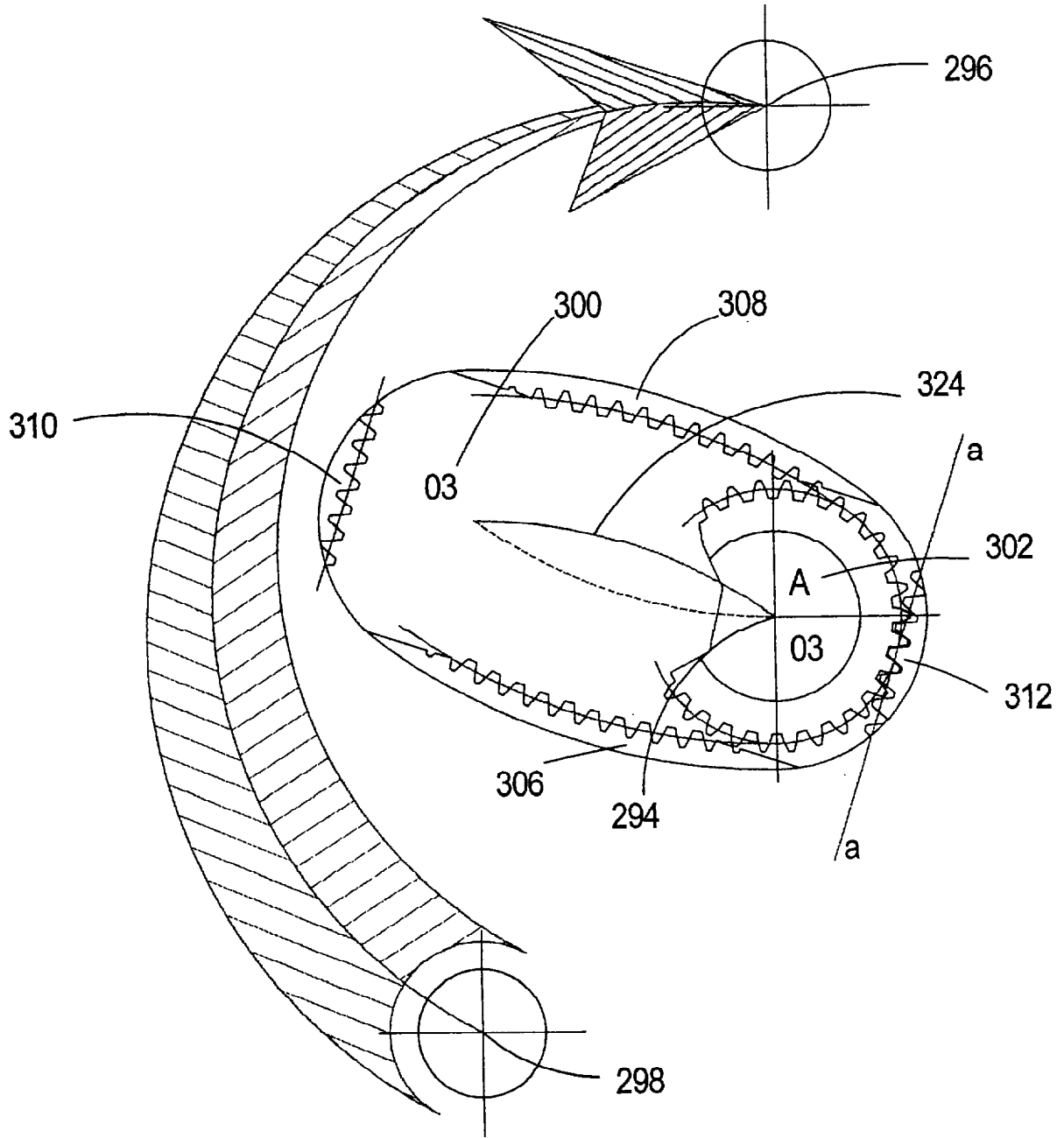
ФИГ. 7.4



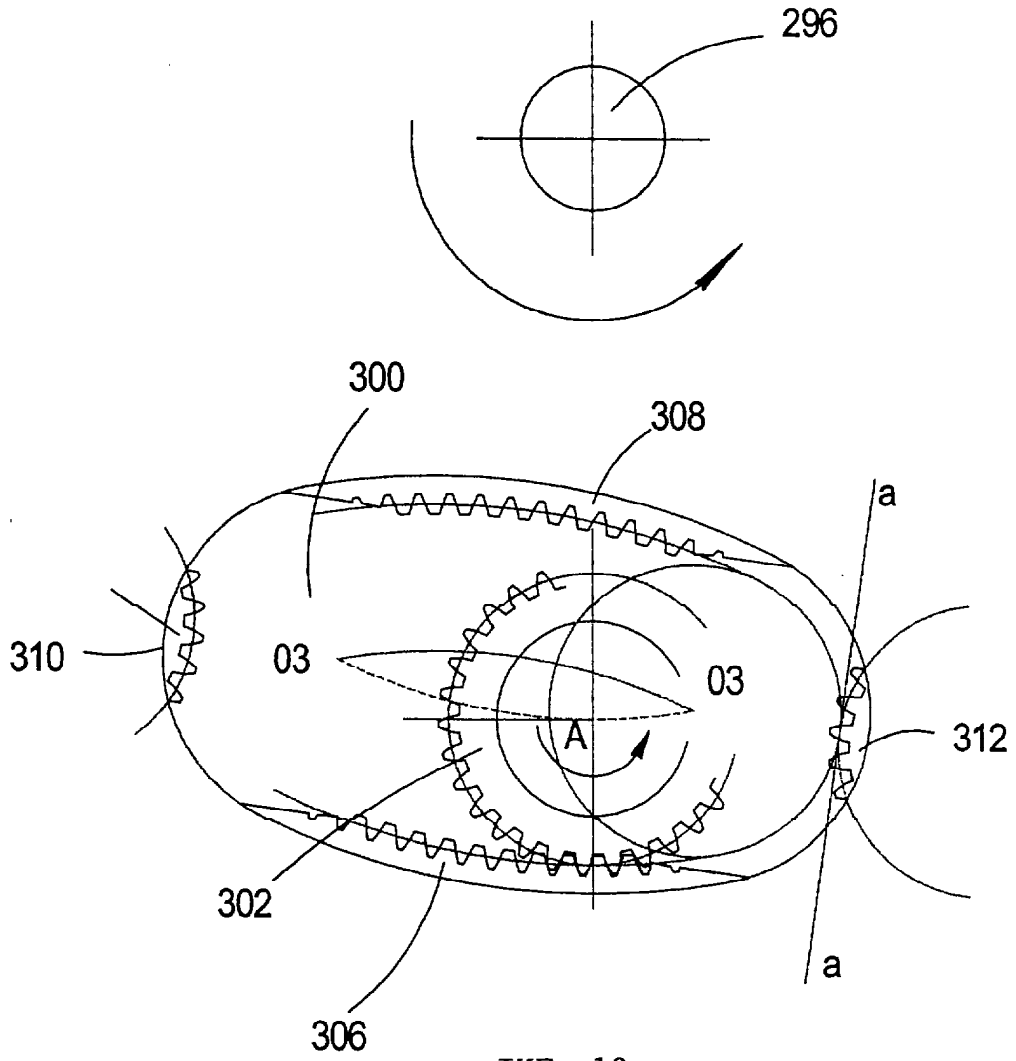




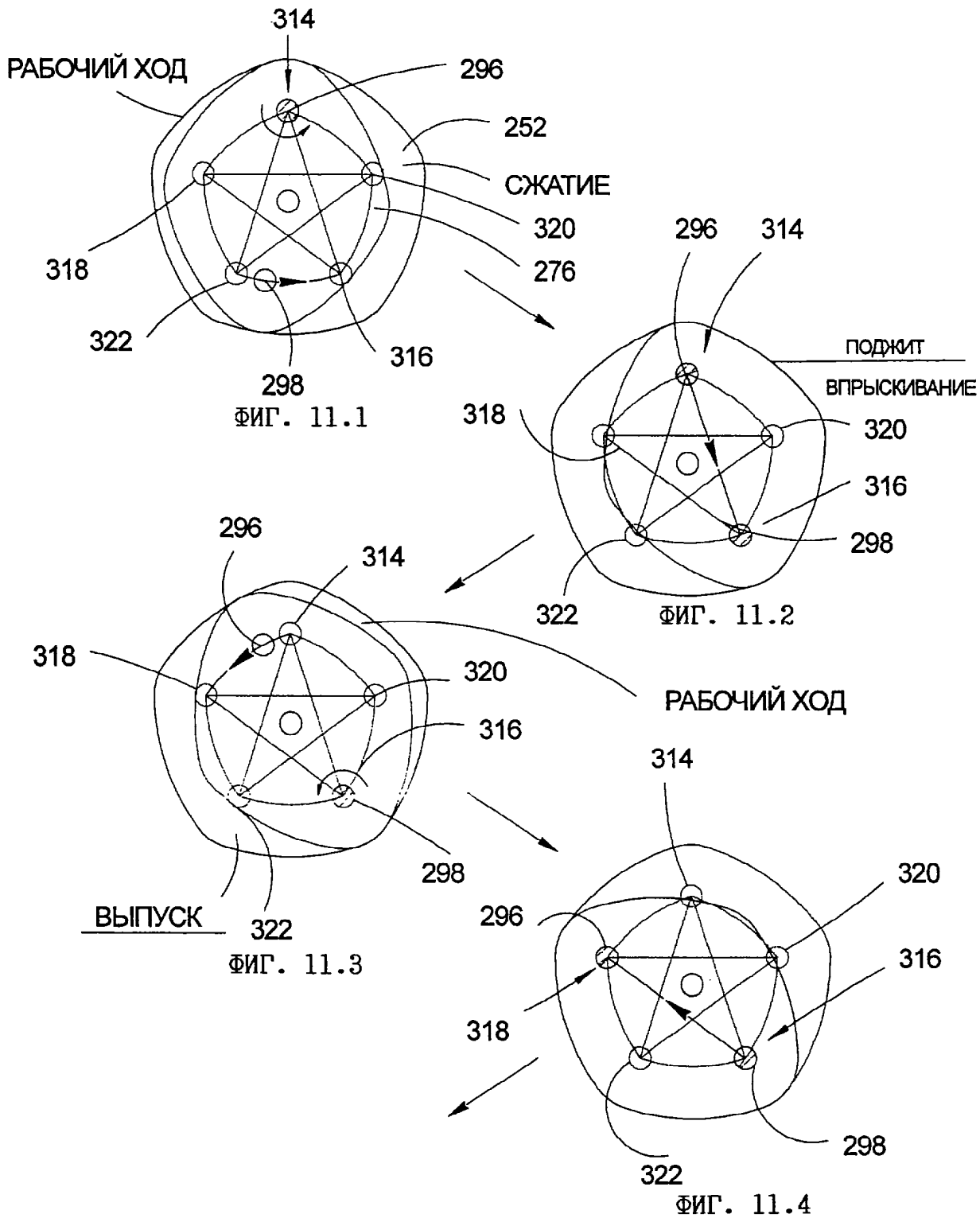
ФИГ. 8

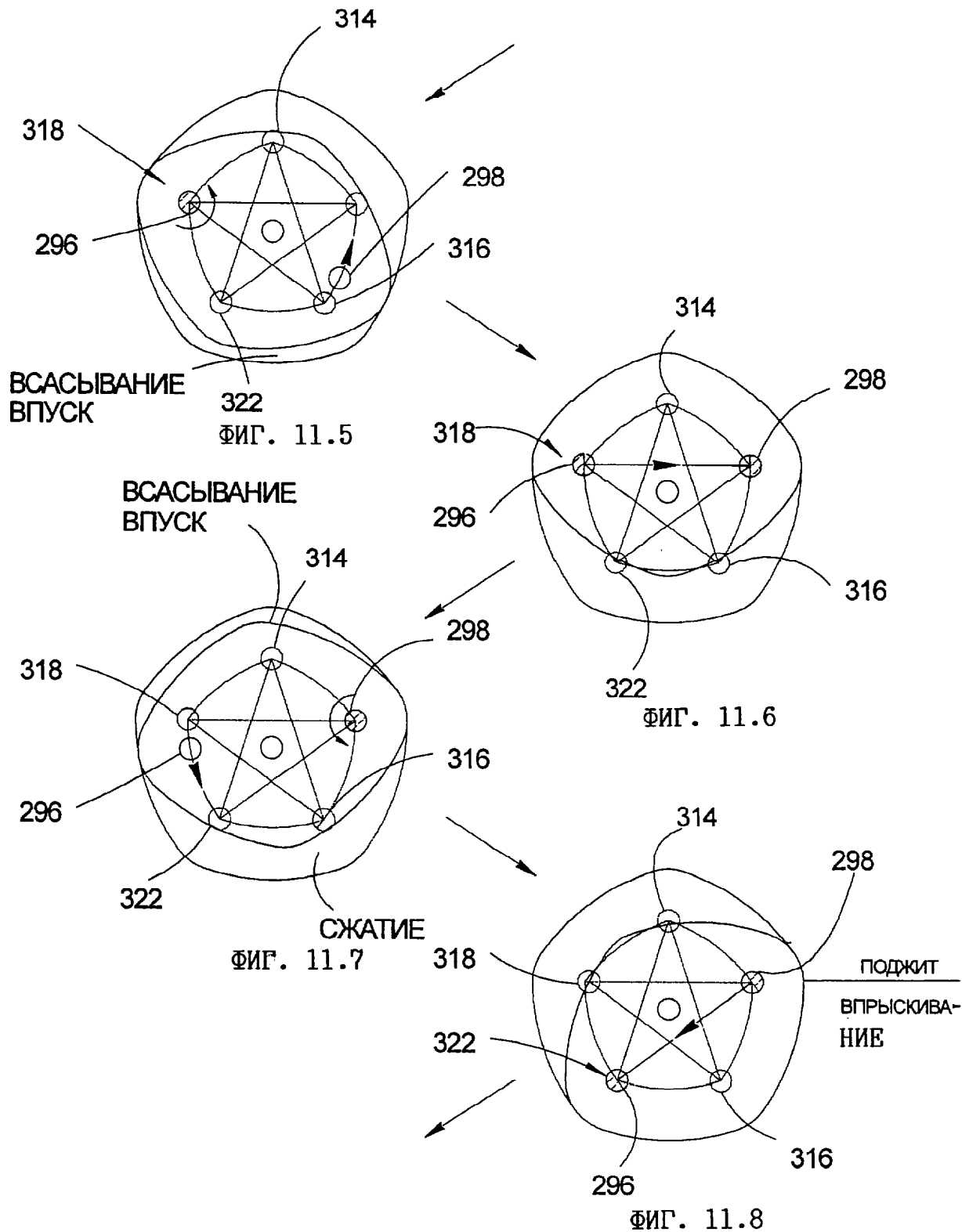


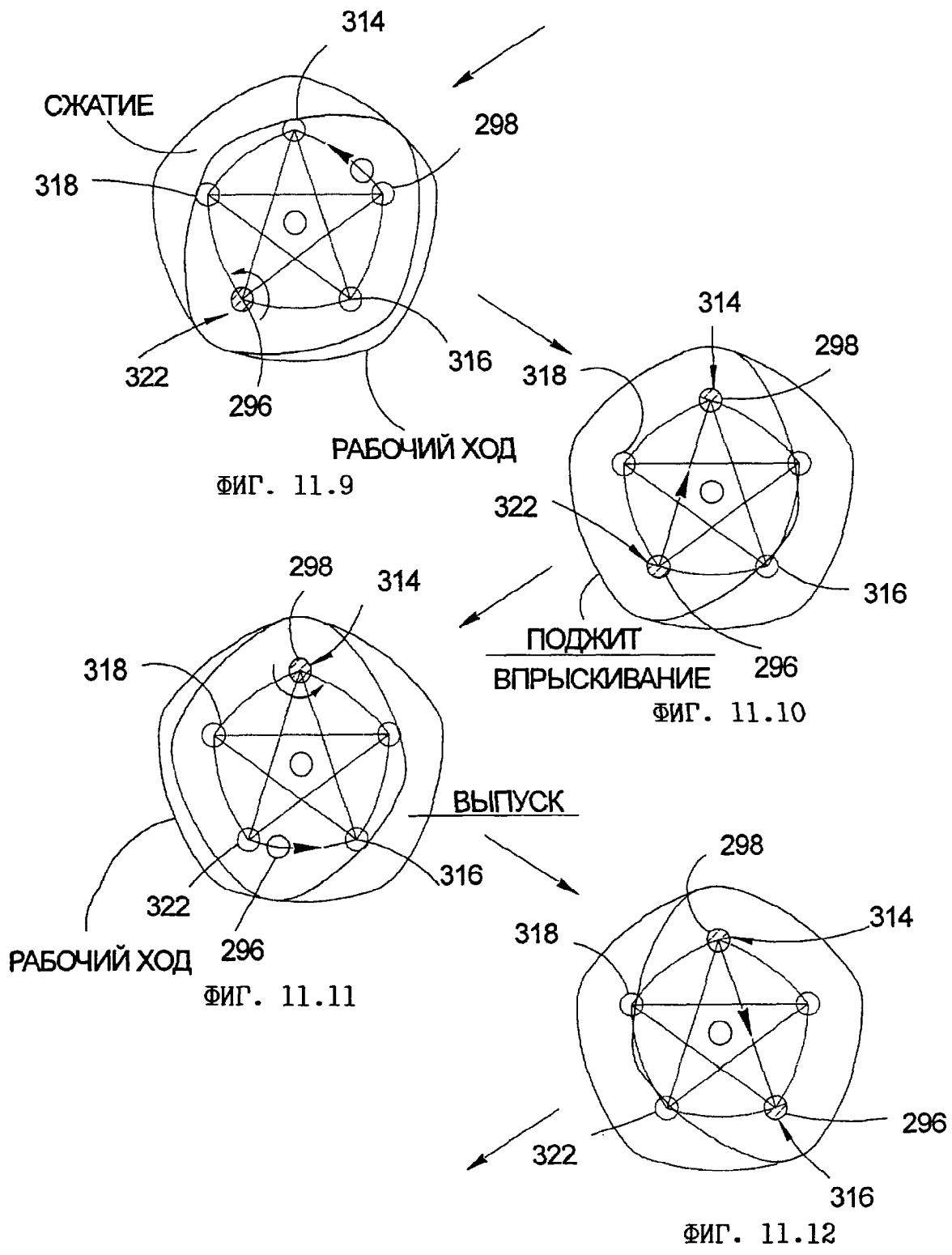
ФИГ. 9

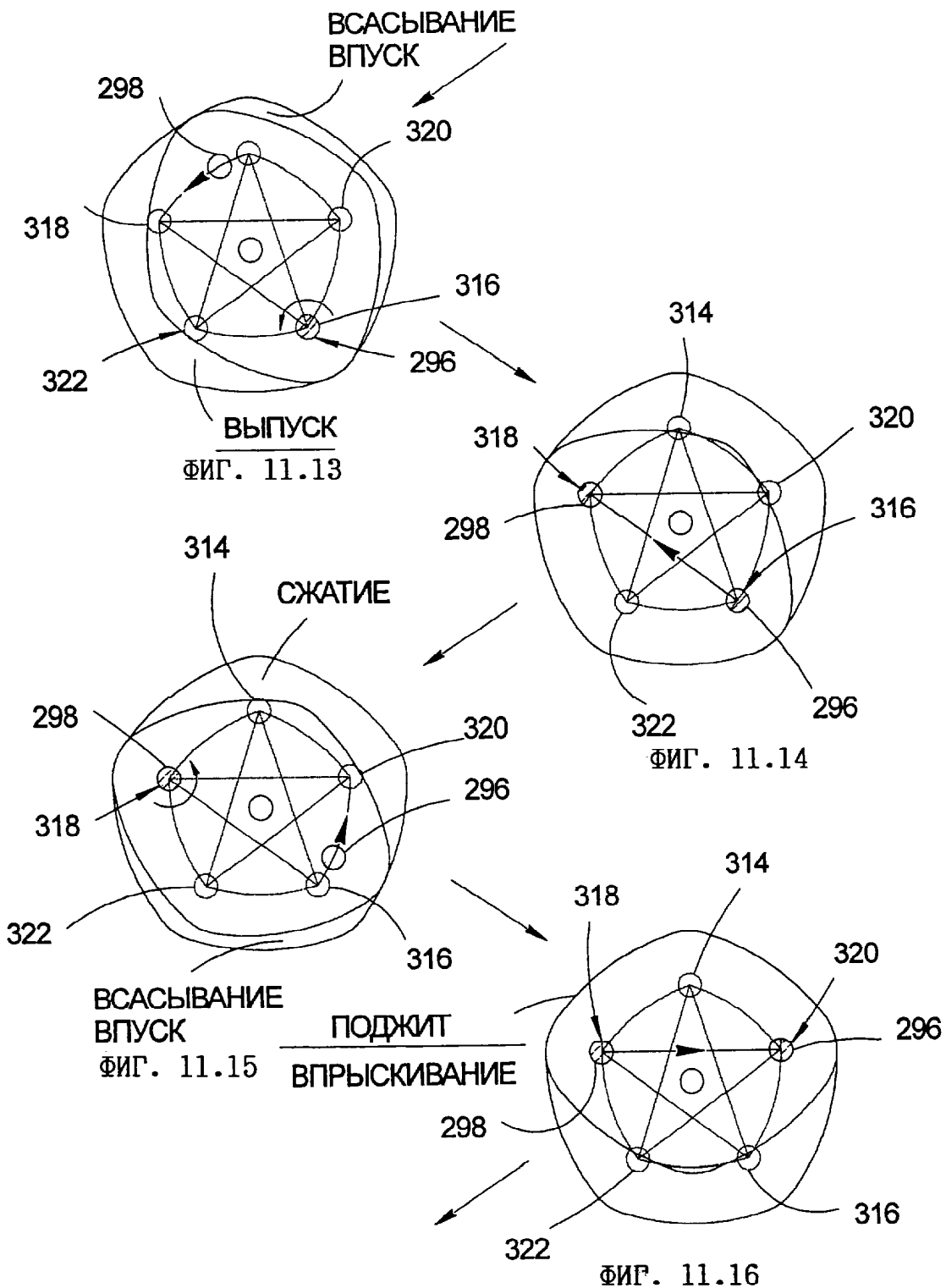


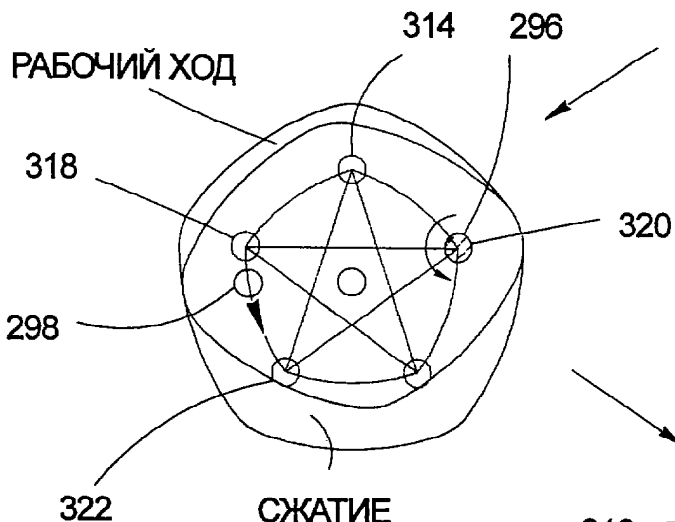
ФИГ. 10



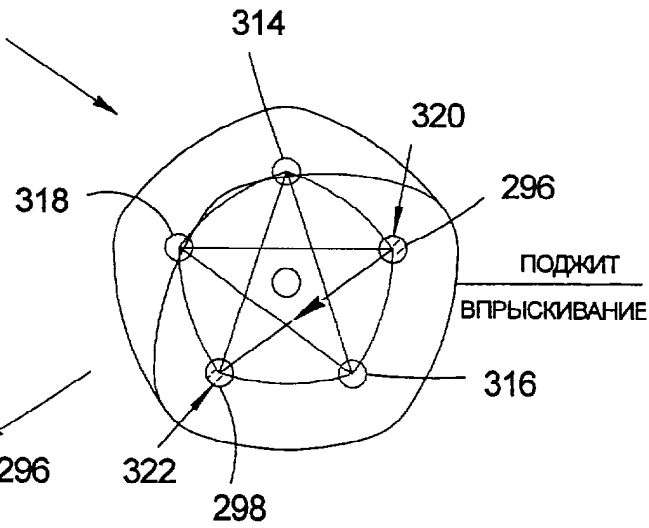




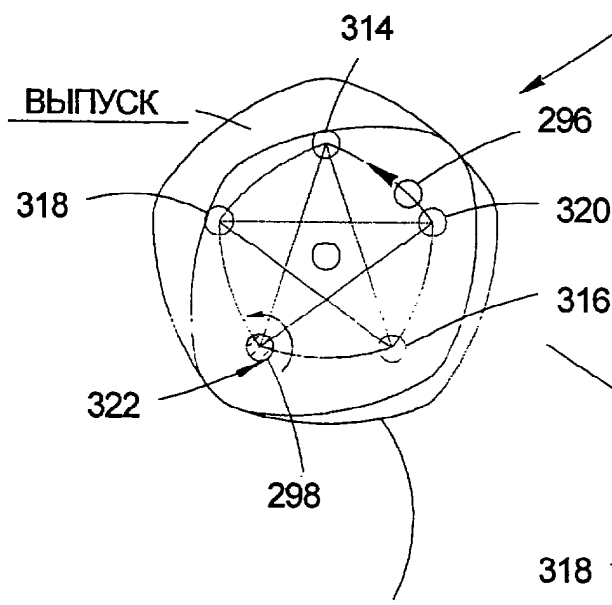




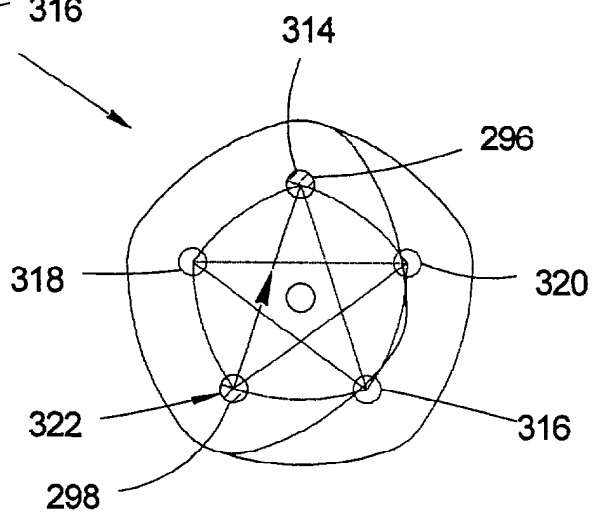
СЖАТИЕ
ФИГ. 11.17



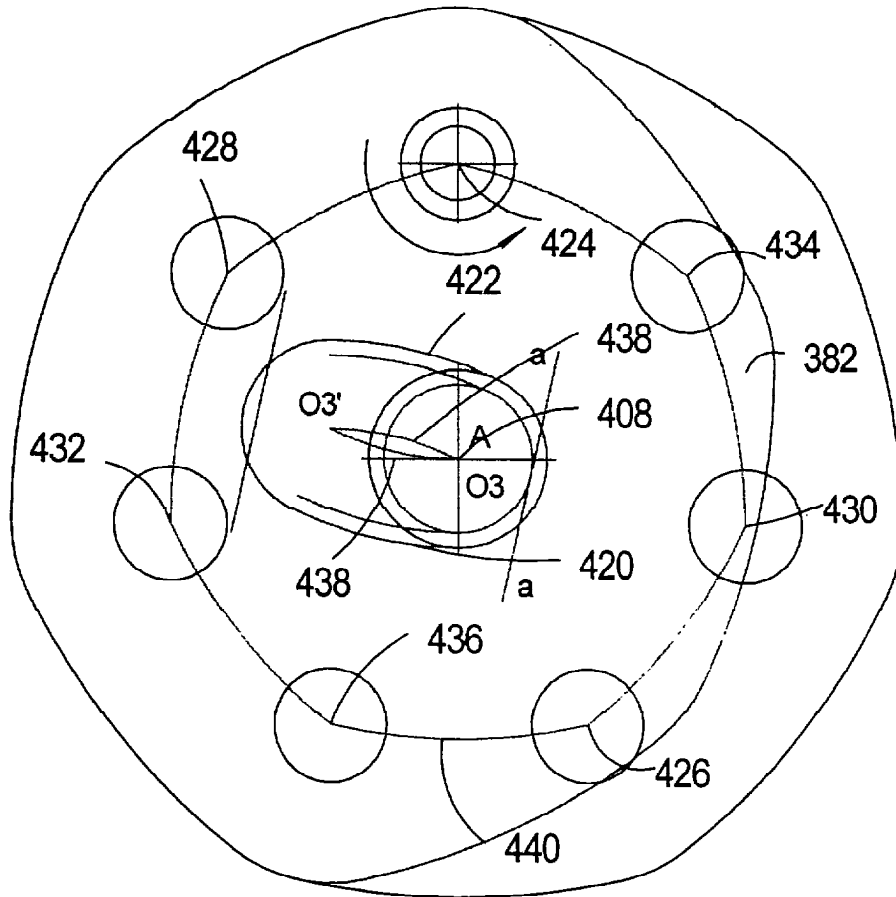
ПОДЖИТ
ВПРЫСКИВАНИЕ
ФИГ. 11.18



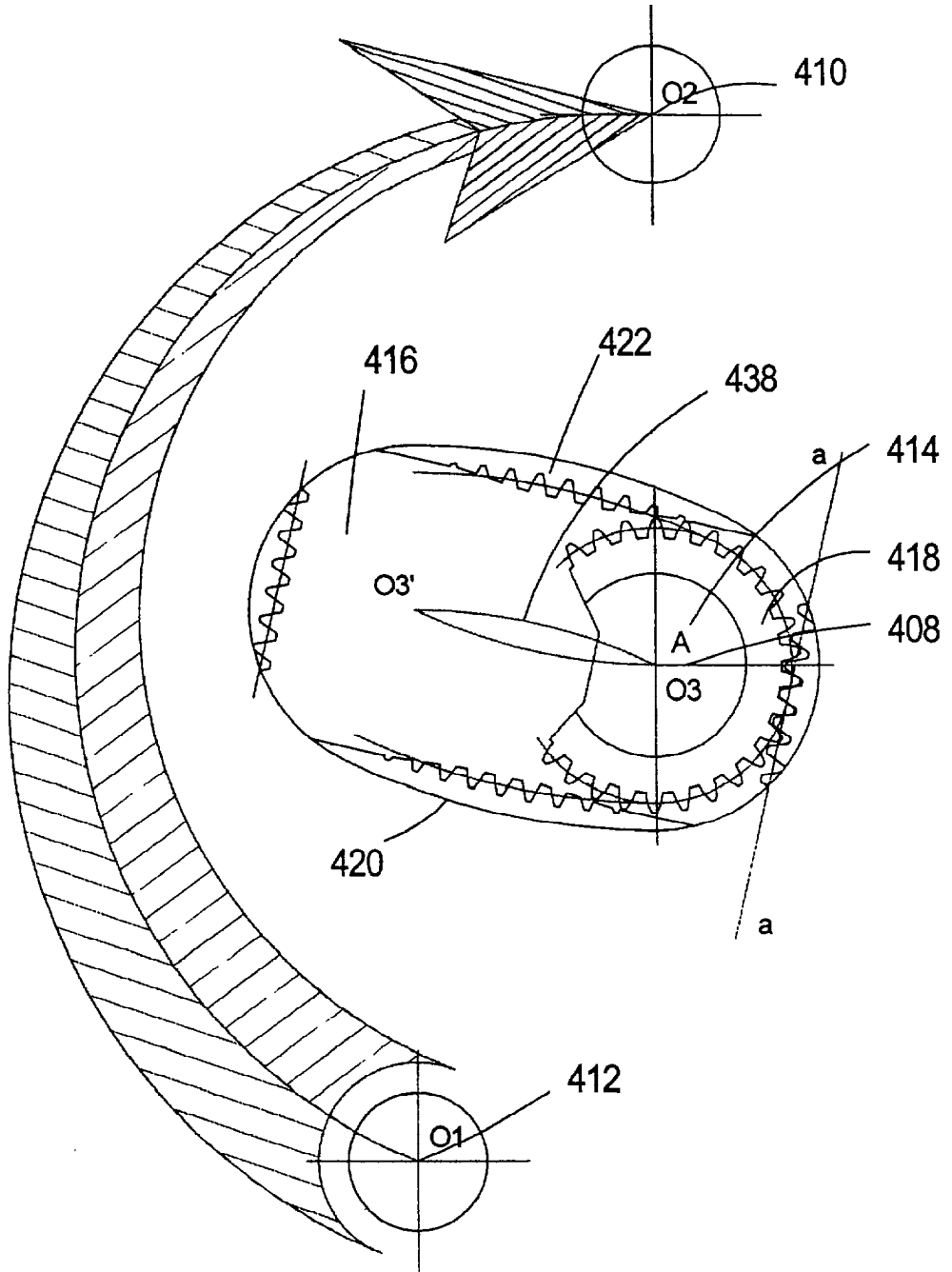
РАБОЧИЙ ХОД
ФИГ. 11.19



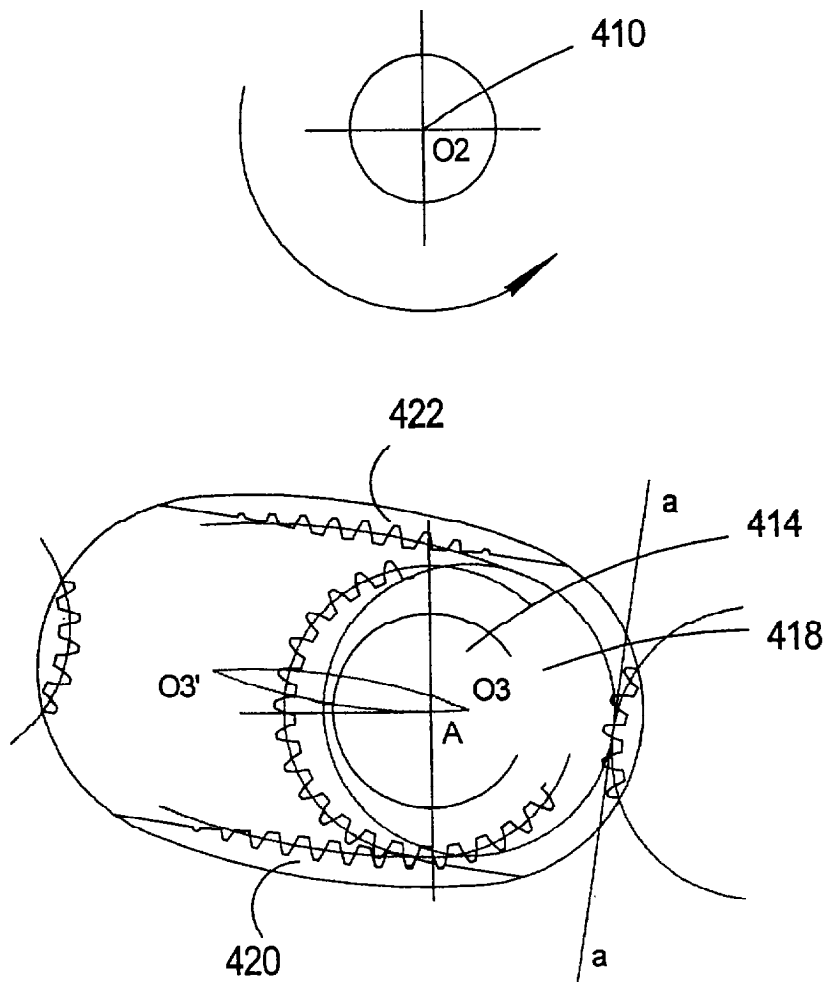
ФИГ. 11.20



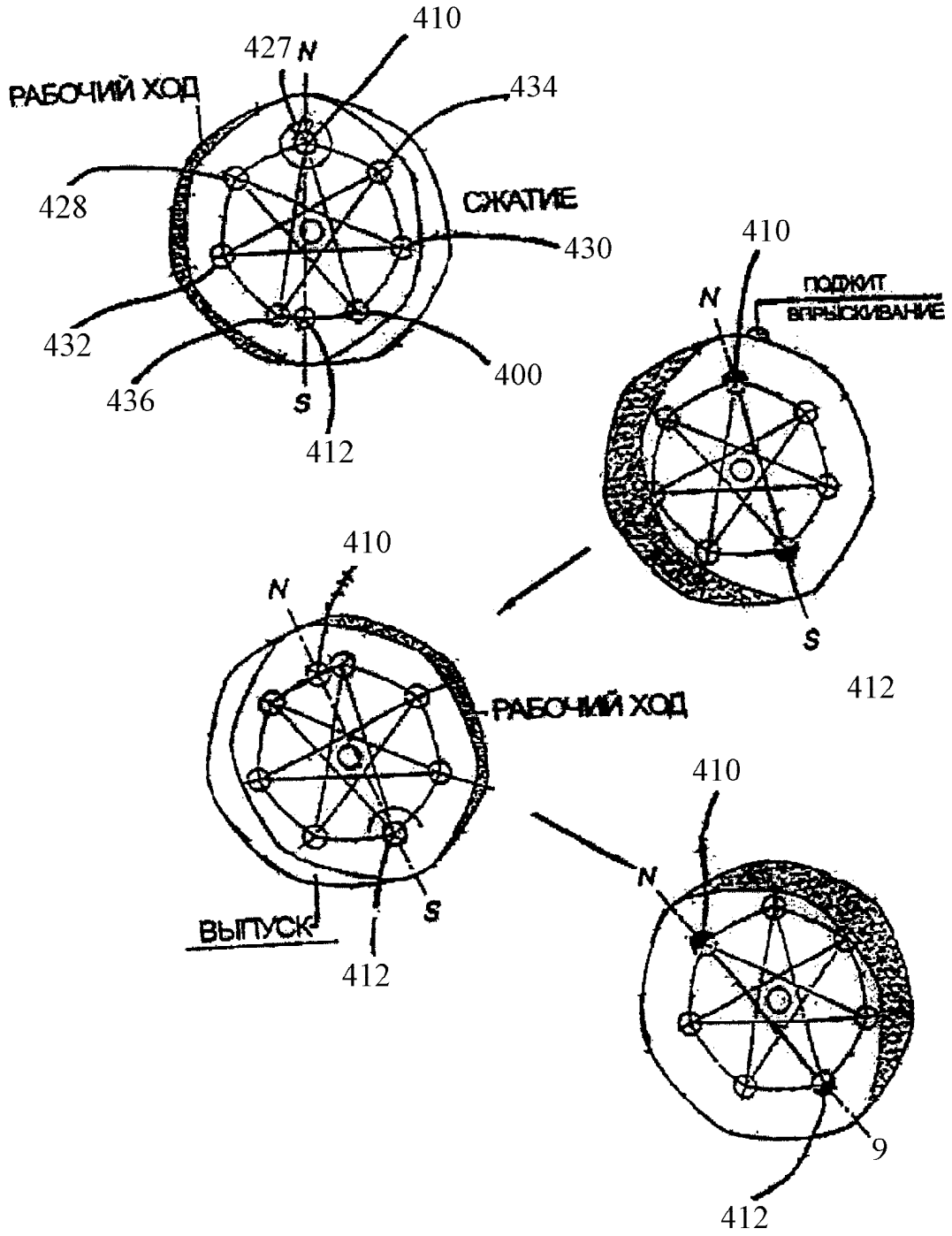
ФИГ. 12



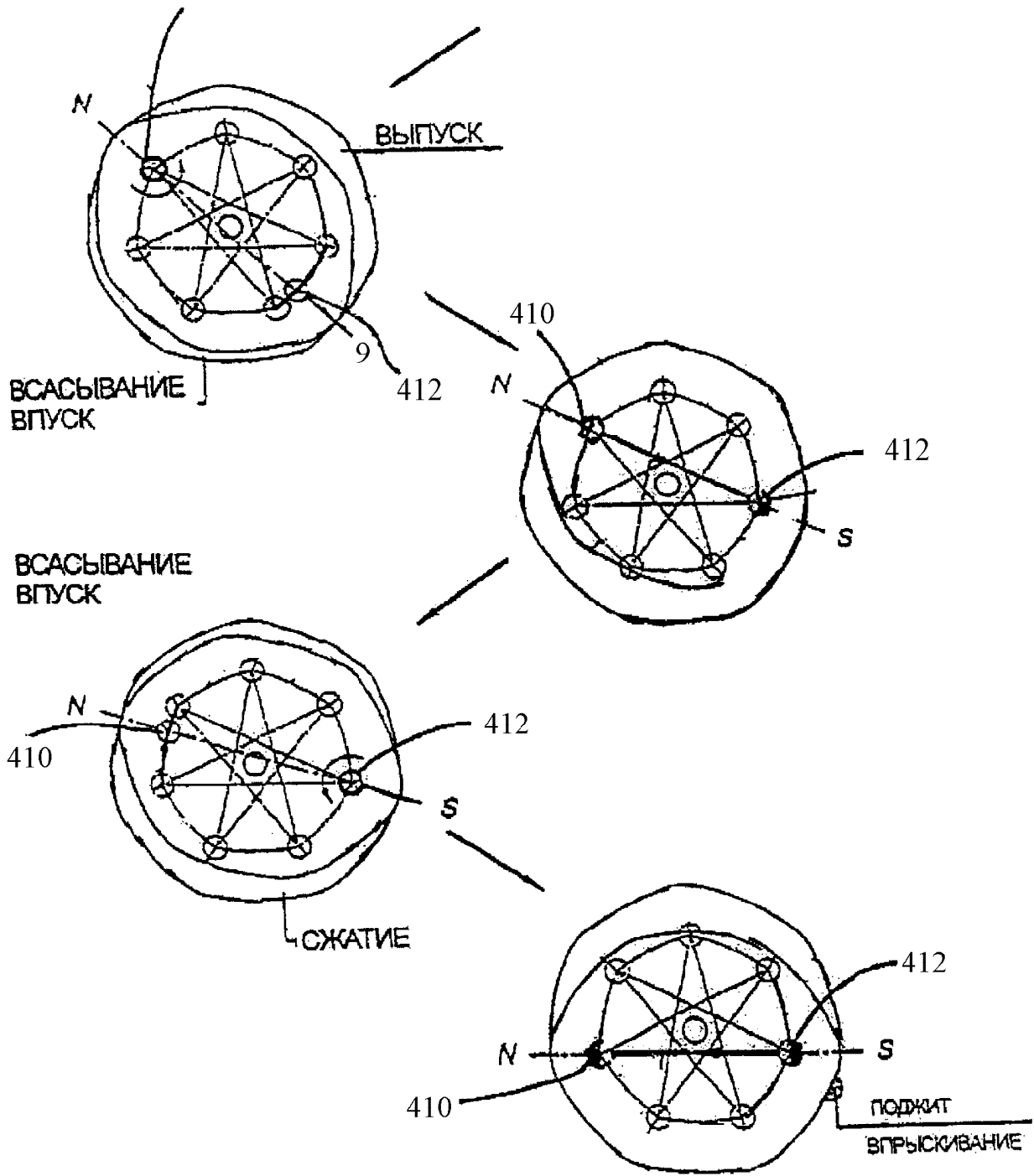
ФИГ. 13



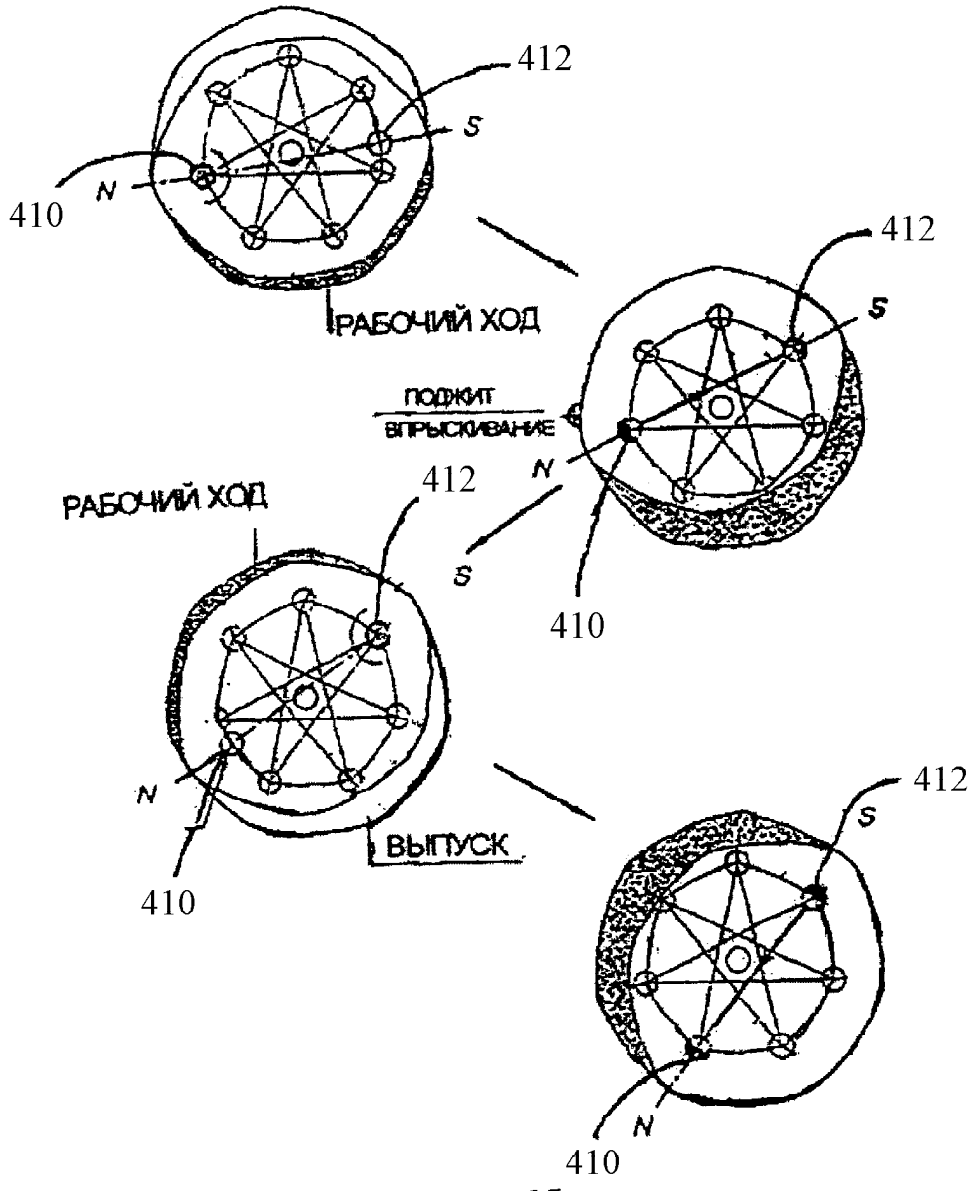
ФИГ. 14



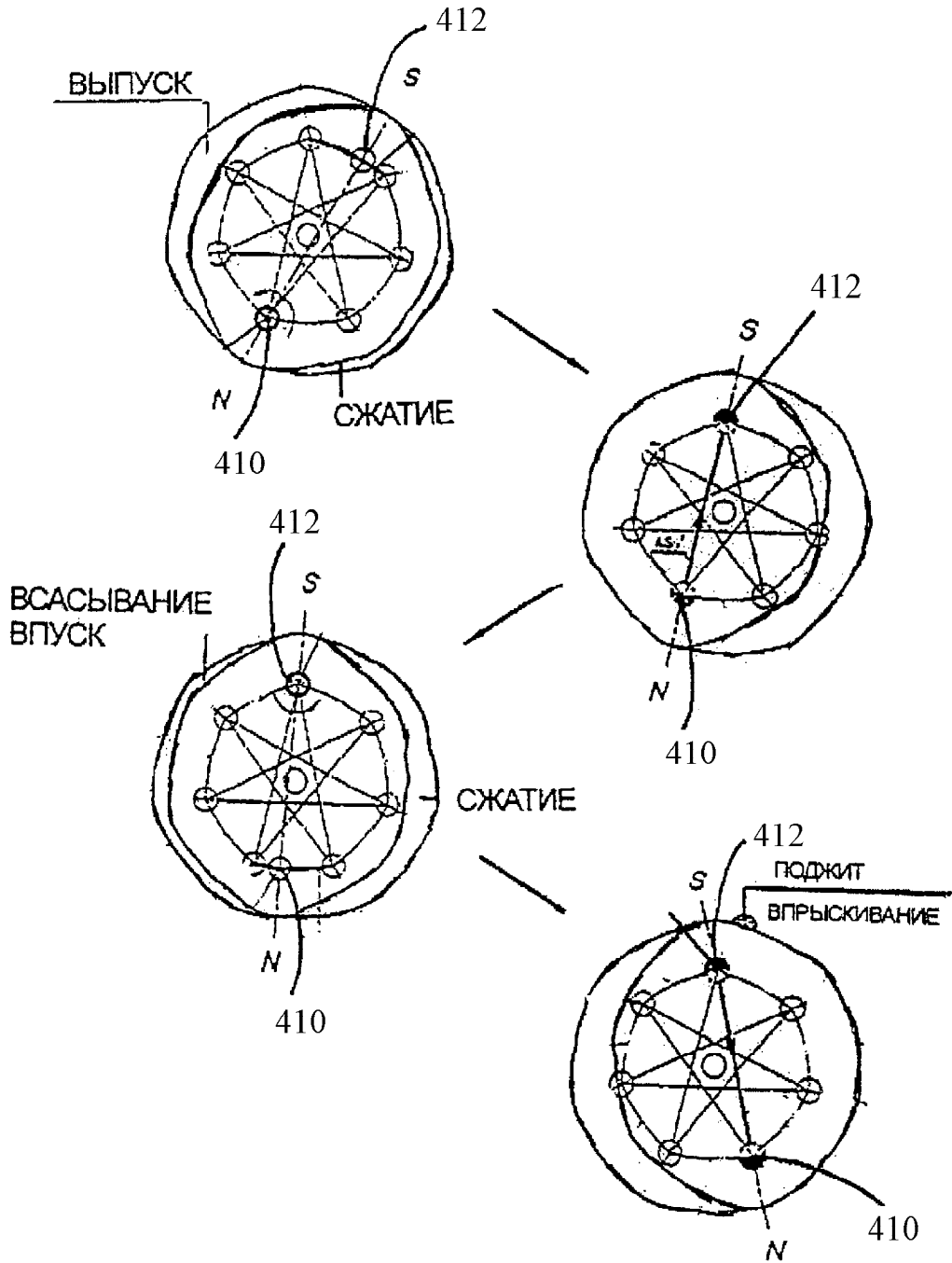
ФИГ. 15а



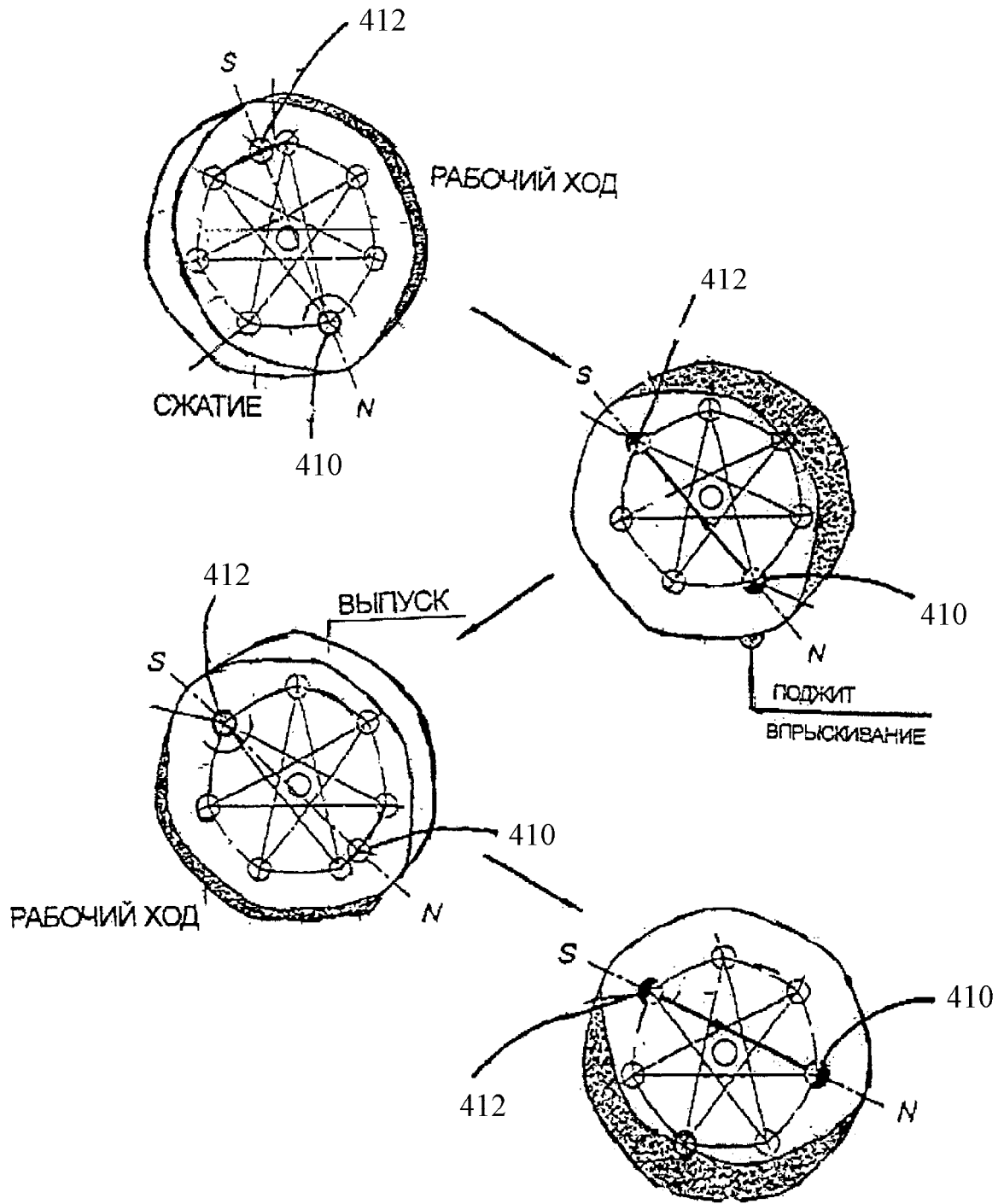
ФИГ. 15б



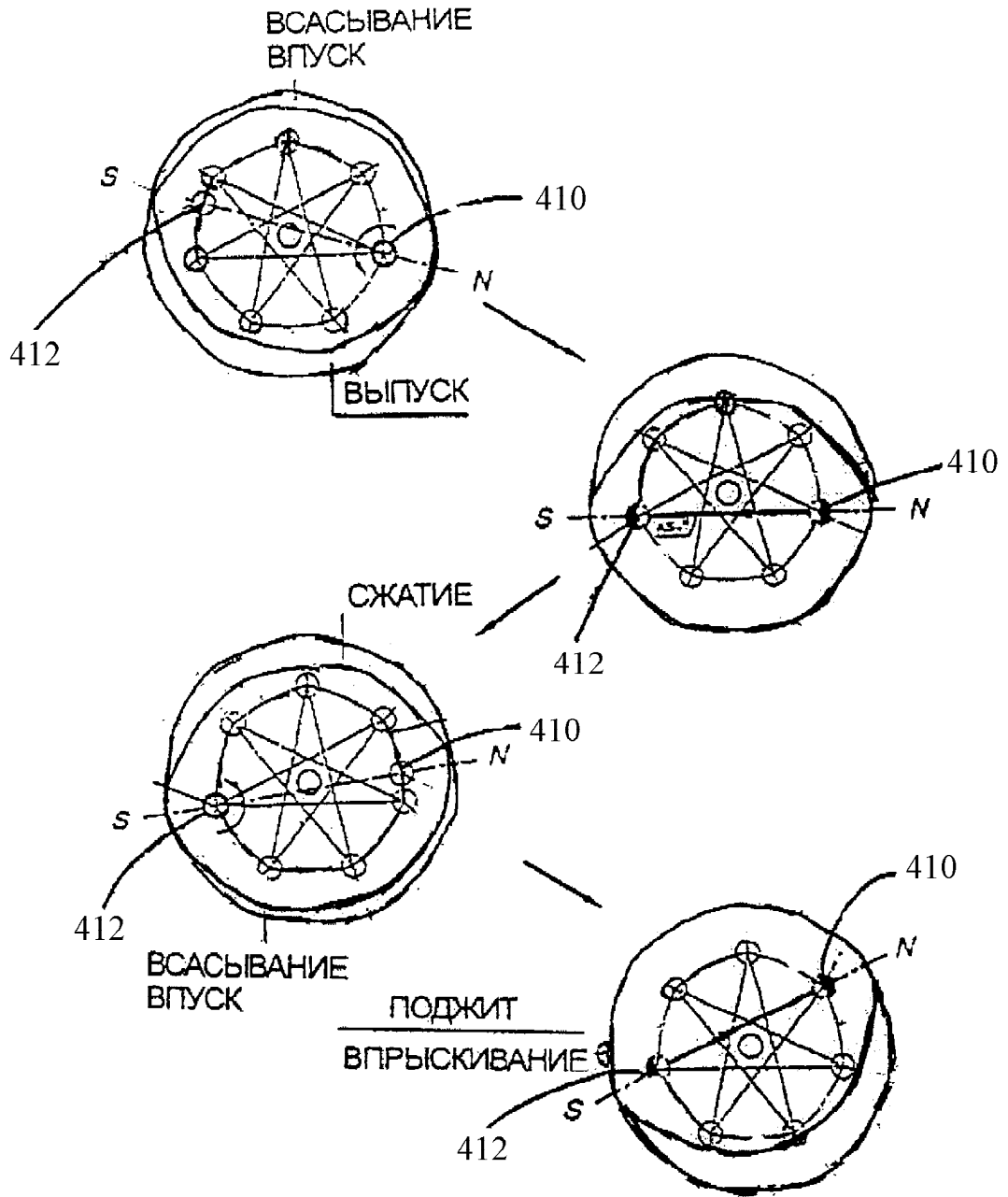
ФИГ. 15В



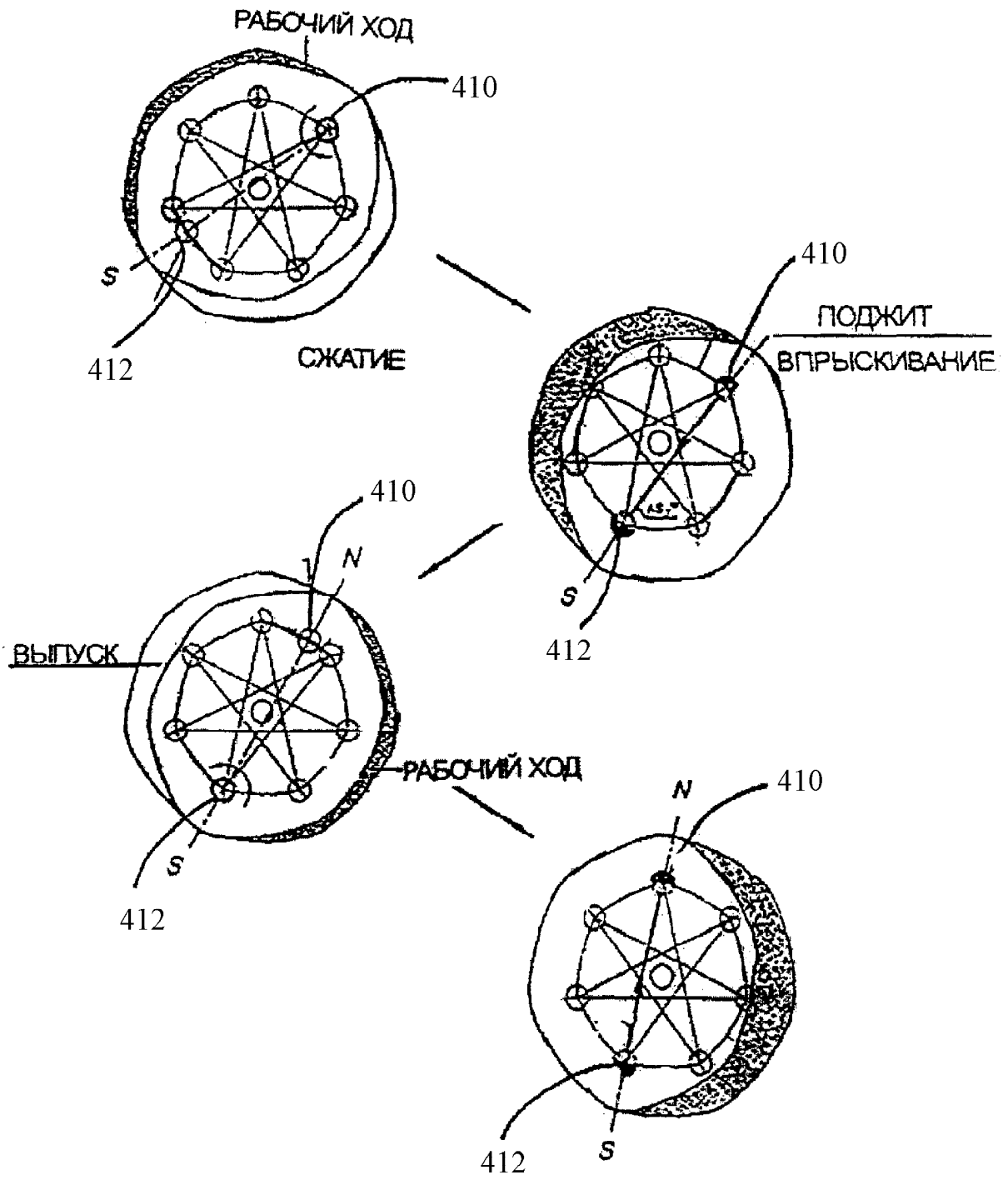
ФИГ. 15г



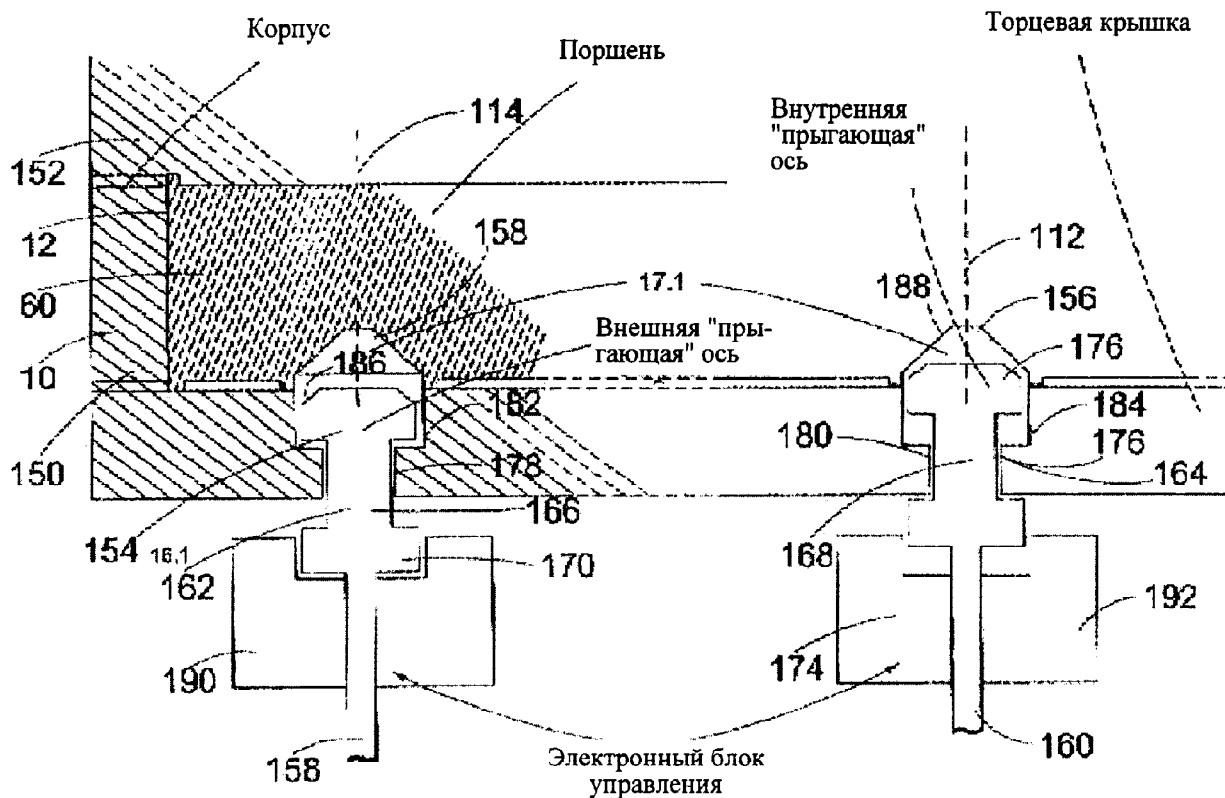
ФИГ. 15д



ФИГ. 15е

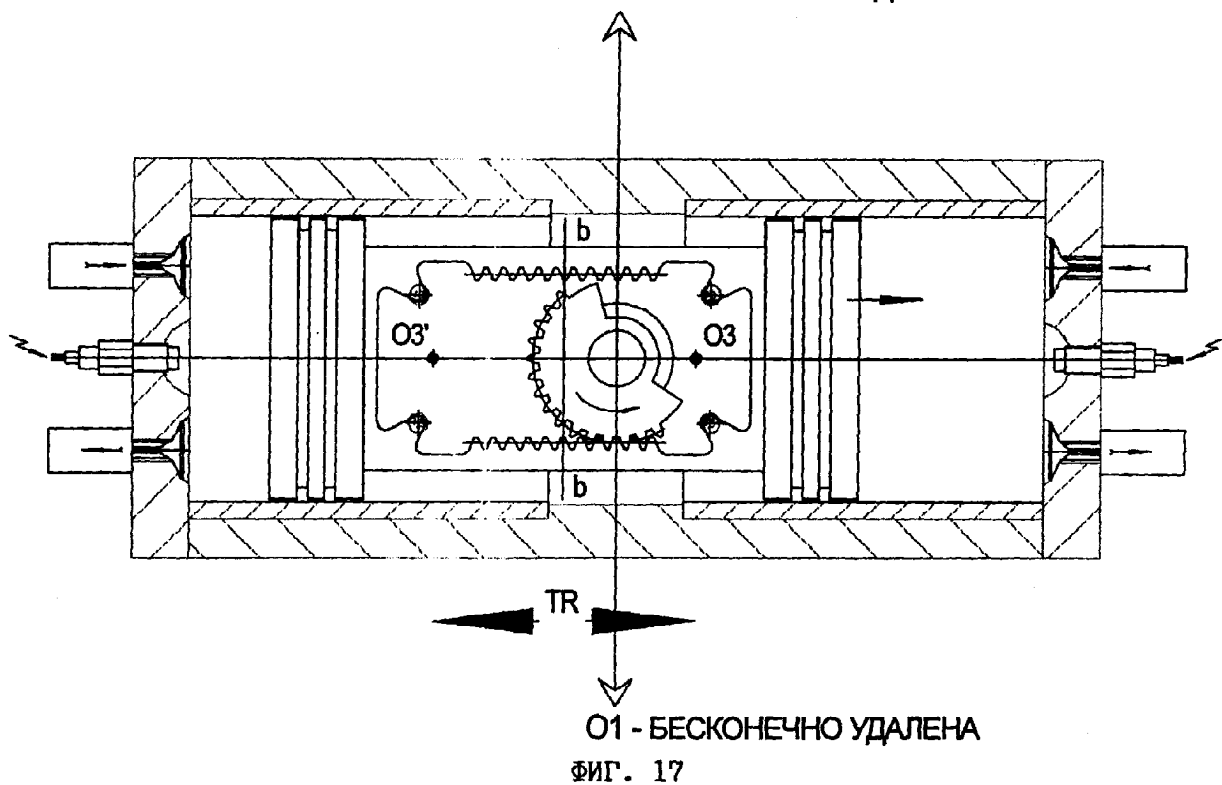


ФИГ. 15ж

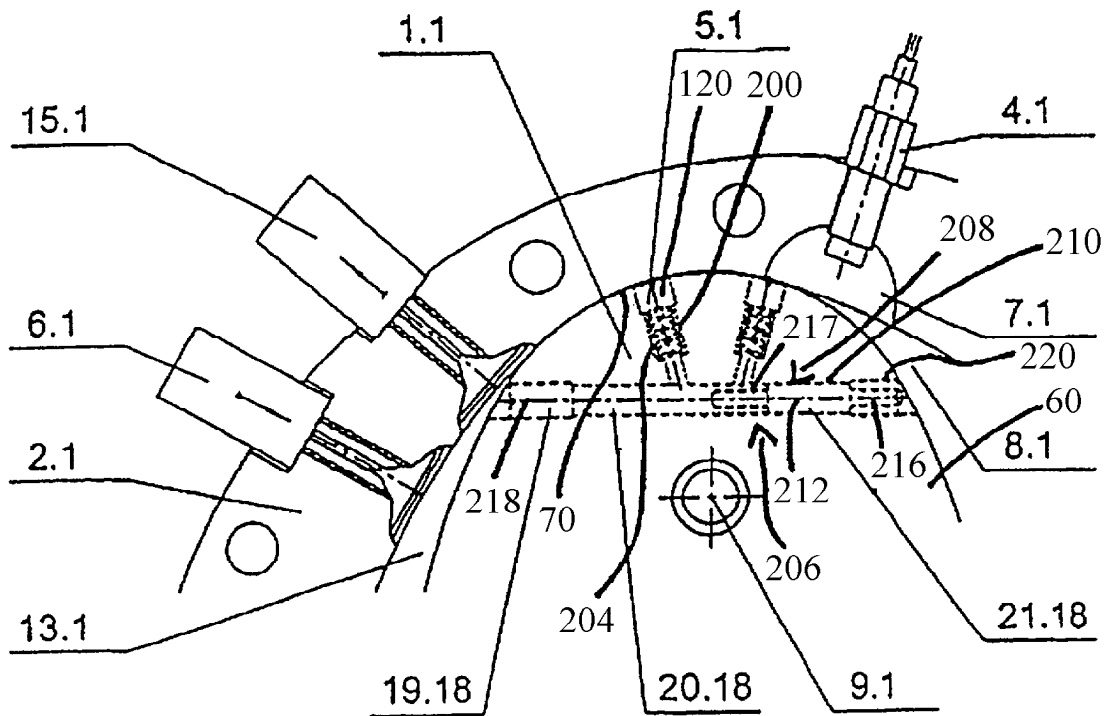


ФИГ. 16

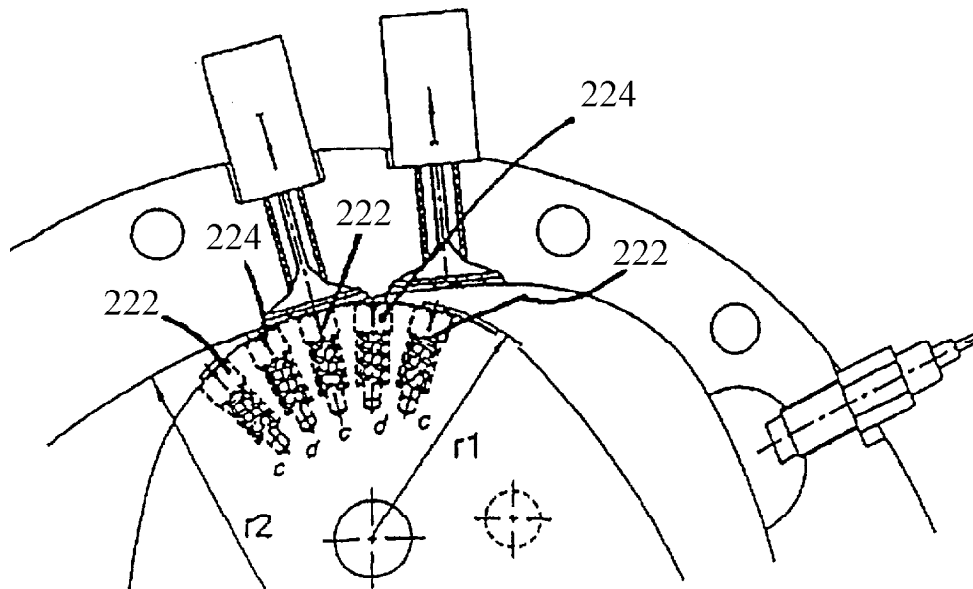
O2 - БЕСКОНЕЧНО УДАЛЕНА



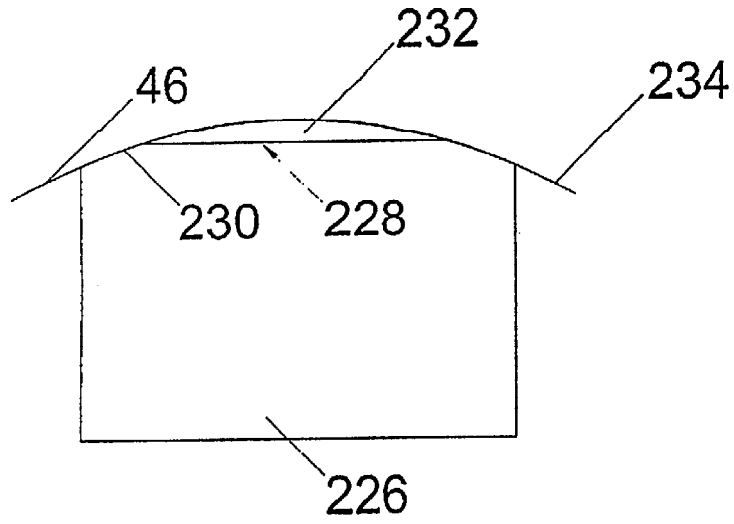
ФИГ. 17



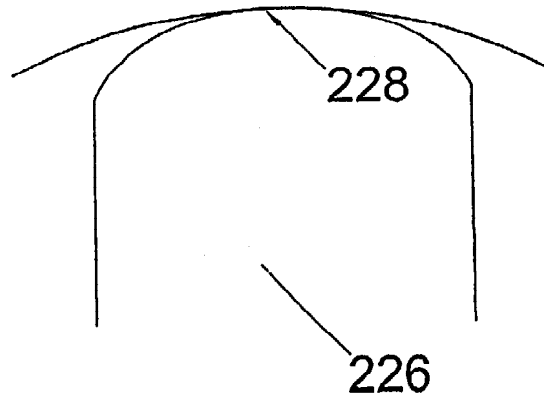
ФИГ. 18



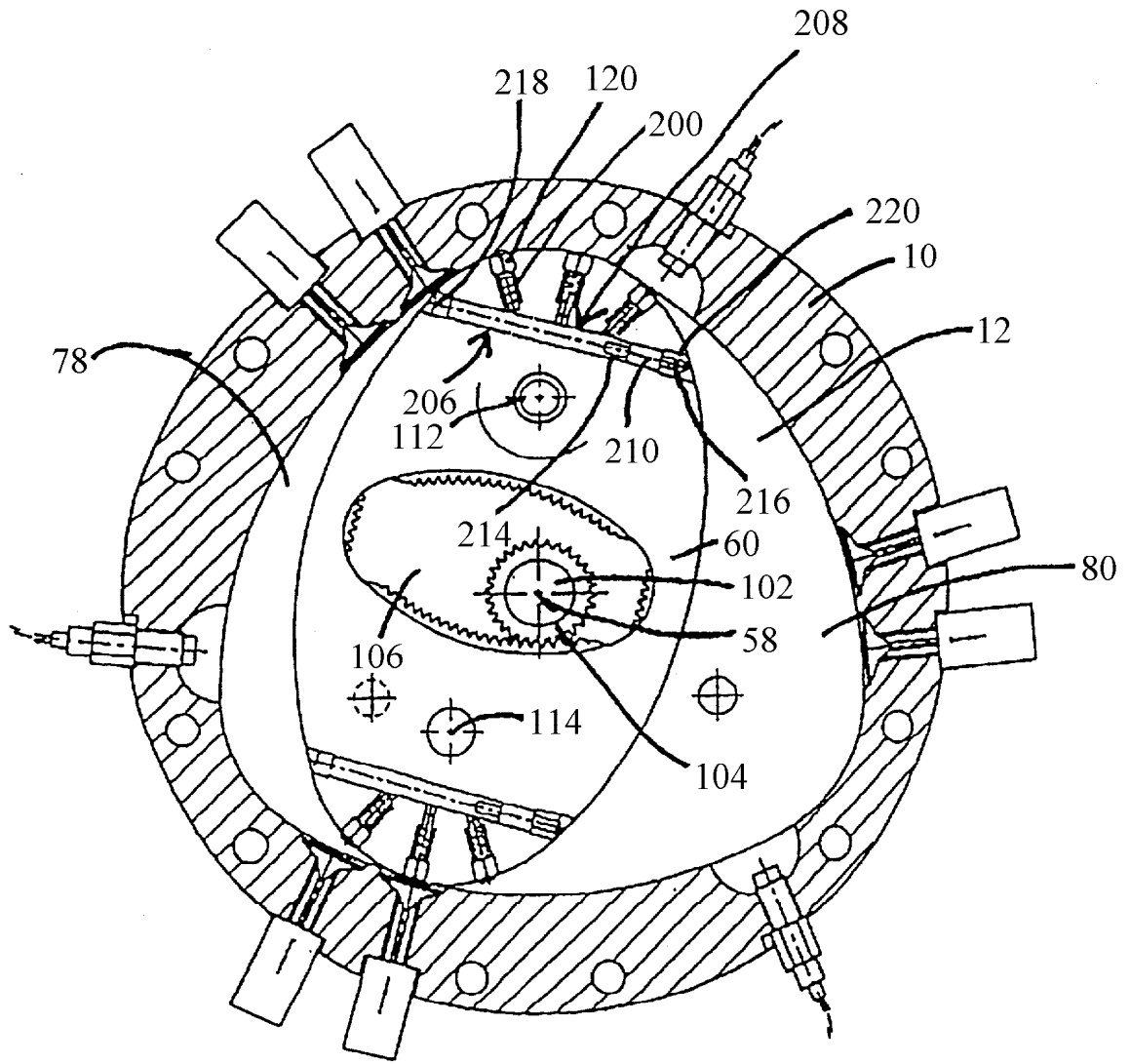
ФИГ. 19



ФИГ. 19А



ФИГ. 19Б



ФИГ. 20