

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2448261

### ГИДРОМЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПРИВОДА КЛАПАНОВ ДВИГАТЕЛЯ И СПОСОБ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ

Патентообладатель(ли) *СКАДЕРИ ГРУП, ЭлЭлСи (US)*

Автор(ы) *МЕЛДОЛЕСИ Риккардо (GB), ЛЕЙСИ Клайв (GB)*

Заявка № 2010101968

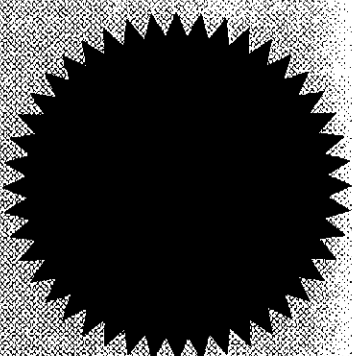
Приоритет изобретения **07 августа 2007 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **20 апреля 2012 г.**

Срок действия патента истекает **01 июля 2028 г.**

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

*Б.П. Симонов*





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2010101968/06, 01.07.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
01.07.2008

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
07.08.2007 US 60/963,742

(43) Дата публикации заявки: 20.09.2011 Бюл. № 26

(45) Опубликовано: 20.04.2012 Бюл. № 11

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: US 6543225 B2, 08.04.2003. SU 997614 A1,  
15.02.1983. US 5152258 A, 06.10.1992. US  
5154143 A, 13.10.1992. US 5058538 A,  
22.10.1991. US 4000756 A, 04.01.1977. US  
6880501 B2, 19.04.2005. US 5638781 A,  
17.06.1997. US 5119779 A, 09.06.1992.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 09.03.2010(86) Заявка РСТ:  
US 2008/008302 (01.07.2008)(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2009/020504 (12.02.2009)

Адрес для переписки:

119034, Москва, Пречистенский пер., 14,  
стр.1, 4 этаж, "Гоулингз Интернэшнл Инк.",  
В.Н.Дементьеву

(72) Автор(ы):

МЕЛДОЛЕСИ Риккардо (GB),  
ЛЕЙСИ Клайв (GB)

(73) Патентообладатель(и):

СКАДЕРИ ГРУП, ЭлЭлСи (US)

RU 2 448 261 C2

RU 2 448 261 C2

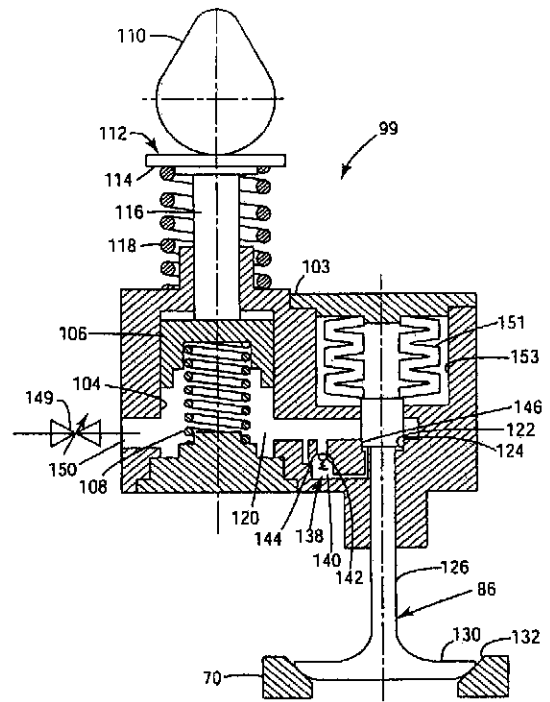
**(54) ГИДРОМЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПРИВОДА КЛАПАНОВ ДВИГАТЕЛЯ И СПОСОБ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ**

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к машиностроению, в частности к гидромеханическим системам привода клапанов, и предназначена для использования в двигателях внутреннего сгорания с разделенным циклом. Гидромеханическая система привода открывающегося наружу клапана двигателя содержит корпус, в котором имеется цилиндр плунжера, сообщающийся

гидравлически с цилиндром клапана. Плунжер, размещенный в цилиндре плунжера, совершает возвратно-поступательное движение для вытеснения гидравлической жидкости в цилиндр клапана, который открывается под действием гидравлической жидкости, вытесняемой плунжером в цилиндр клапана и толкающей поршень клапана. Пружина клапана, в качестве которой предпочтительно используется пневмопружина, возвращает

клапан двигателя для взаимодействия с обращенным наружу седлом клапана, в результате которого закрывается газовый канал двигателя. Гидравлическое устройство торможения подъема клапана, в состав которого входит поршень, который взаимодействует со штоком клапана при открытии клапана и обеспечивает воздействие гидравлической жидкости на запорный клапан и ее перемещение через суженный канал для смягчения удара при подъеме клапана. Имеются способ применения гидромеханической системы для привода открывающегося наружу клапана двигателя и конструктивный вариант выполнения гидромеханической системы привода клапана. Группа изобретений направлена на обеспечение быстрой подачи в цилиндры расширения порций горючей смеси с турбулентностью для ее быстрого сгорания. 3 н. и 21 з.п. ф-лы, 21 ил.



Фиг. 4

## ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение относится к гидромеханическим системам привода клапанов. Более конкретно, изобретение относится к двигателям внутреннего сгорания с разделенным циклом, в которых используется гидромеханическая система привода открывающихся наружу перепускных клапанов или других подобных им устройств.

### ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Для ясности, для термина "двигатель с разделенным циклом", относящегося к известным двигателям, а также к двигателю, являющемуся объектом настоящего изобретения, предлагается следующее определение.

Двигатель с разделенным циклом, указываемый в настоящем описании, содержит: коленчатый вал, установленный с возможностью вращения вокруг своей оси;

поршень сжатия, установленный в цилиндре сжатия с возможностью скольжения в нем и функционально соединенный с коленчатым валом, так что поршень сжатия совершает возвратно-поступательное движение, осуществляя такты впуска и сжатия за один оборот коленчатого вала;

поршень расширения (рабочего хода), установленный в цилиндре расширения с возможностью скольжения в нем и функционально соединенный с коленчатым валом, так что поршень расширения совершает возвратно-поступательное движение, осуществляя такты расширения и выпуска за один оборот коленчатого вала; и

перепускной канал, который соединяет цилиндры сжатия и расширения и содержит перепускной клапан сжатия и перепускной клапан расширения с полостью высокого давления, сформированной между ними.

В патенте США №6543225, выданном 8.04.2003 Carmelo J. Scuderi (далее "патент Scuderi"), содержится подробное описание двигателей с разделенным циклом и аналогичных конструкций. Кроме того, в указанном патенте подробно описывается известный вариант конструкции двигателя, дальнейшее улучшение которого предлагается в настоящем изобретении.

На фигуре 1 представленный вариант осуществления идеи двигателя с разделенным циклом, предложенной ранее и описанной в патенте Scuderi, обозначен в целом ссылочным номером 10. В двигателе 10 с разделенным циклом два соседних цилиндра обычного четырехтактного двигателя заменяются одним цилиндром 12 сжатия и одним цилиндром 14 расширения. Эти два цилиндра 12, 14 выполняют свои функции за один оборот коленчатого вала 16. Всасываемый воздух и топливо вводятся в цилиндр 12 сжатия через обычные впускные тарельчатые клапаны 18. Поршень 20 сжатия сжимает воздух с впрыснутым топливом и выталкивает горючую смесь в перепускной канал 22, который является входным каналом для цилиндра 14 расширения.

На входе перепускного канала установлен перепускной клапан 24 сжатия запорного типа, который предотвращает обратный поток из перепускного канала 22. В рассматриваемой конструкции на выходе перепускного канала 22 установлен перепускной клапан 26 расширения, предназначенный для управления потоком вводимой сжатой горючей смеси, так чтобы смесь полностью поступала в цилиндр 14 расширения сразу же после того, как поршень 30 расширения достигает положения своей верхней мертвой точки (ВМТ). Сразу же после того, как в цилиндр 14 расширения поступает вводимая горючая смесь, в свече 28 зажигания инициируется искра, и в результате сгорания горючей смеси поршень 30 расширения будет перемещаться вниз в направлении своей нижней мертвой точки (НМТ). Отработавшие

газы выталкиваются из цилиндра расширения через выпускные тарельчатые клапаны 32.

В концепции двигателя с разделенным циклом геометрические параметры, такие как, например, диаметр цилиндра, ход поршня, длина шатуна, степень сжатия и т.п., цилиндров сжатия и расширения в общем случае не зависят друг от друга. Например, радиусы 34, 36 кривошипов для каждого цилиндра могут быть разными, и разнесенными по углу таким образом, чтобы положение ВМТ достигалось поршнем 30 расширения перед достижением положения ВМТ поршнем 20 сжатия. Такая независимость создает потенциальную возможность для достижения в двигателе с разделенным циклом более высокого КПД и более высоких моментов вращения по сравнению с обычным четырехтактным двигателем.

Однако перепускной клапан расширения двигателя с разделенным циклом в отличие от обычных четырехтактных двигателей открывается в очень небольшом интервале (примерно  $30^\circ$  угла поворота коленчатого вала), в течение которого турбулентный поток горючей смеси, находящейся под высоким давлением, должен быть подан в цилиндр расширения, где смесь воспламеняется и сгорает для обеспечения рабочего хода поршня расширения. В связи с высокими давлениями и малым временем открытия клапана существует потребность в альтернативных конструкциях механических систем управления клапанами для привода клапанов двигателя, в частности для привода перепускных клапанов расширения.

#### СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

В настоящем изобретении предлагается гидромеханическая система для привода открывающихся наружу клапанов двигателя высокого давления, таких как, например, перепускные клапаны двигателя с разделенным циклом, в частности перепускные клапаны расширения, которые должны обеспечивать быструю подачу в цилиндры расширения порций горючей смеси с турбулентностью для ее быстрого сгорания.

В настоящем изобретении предлагается гидромеханическая система привода открывающегося наружу клапана двигателя, содержащая:

корпус, в котором имеется цилиндр плунжера, сообщающийся гидравлически с цилиндром клапана;

плунжер, установленный в цилиндре плунжера с возможностью совершения возвратно-поступательного движения в тактах нагнетания (рабочего хода) и обратного хода и предназначенный для вытеснения гидравлической жидкости в цилиндр клапана;

открывающийся наружу клапан двигателя, установленный в корпусе с возможностью совершения возвратно-поступательного движения и соединенный с поршнем клапана, установленным в цилиндре клапана, причем клапан двигателя открывается жидкостью, вытесняемой плунжером в цилиндр клапана и толкающей поршень клапана;

приводное устройство для обеспечения возвратно-поступательного движения плунжера; и

пружину клапана для возвращения клапана двигателя для его посадки на обращенное наружу седло клапана, в результате чего перекрывается газовый канал двигателя, управляемый клапаном двигателя.

Кроме того, в изобретении предлагается также комбинация вышеописанной гидромеханической системы привода клапанов с двигателем с разделенным циклом.

Предлагается комбинация вышеописанной гидромеханической системы с двигателем с разделенным циклом, содержащим:

коленчатый вал, установленный с возможностью вращения вокруг своей оси;  
 поршень сжатия, установленный в цилиндре сжатия с возможностью скольжения в нем и соединенный с коленчатым валом, так что поршень сжатия совершает  
 5 возвратно-поступательное движение, осуществляя такты впуска и сжатия за один оборот коленчатого вала;

поршень расширения (рабочего хода), установленный в цилиндре расширения с  
 возможностью скольжения в нем и соединенный с коленчатым валом, так что  
 10 поршень расширения совершает возвратно-поступательное движение, осуществляя такты расширения и выпуска за один оборот коленчатого вала; и

перепускной канал, который соединяет цилиндры сжатия и расширения и содержит  
 открывающийся наружу перепускной клапан сжатия и открывающийся наружу  
 перепускной клапан расширения с полостью высокого давления, сформированной  
 15 между ними;

причем гидромеханическая система осуществляет привод перепускного клапана  
 расширения.

Кроме того, двигатель с разделенным циклом, в котором используется  
 гидромеханическая система привода клапанов, может также содержать:

20 гидравлический аккумулятор, содержащий пневмопружину, толкающую поршень  
 аккумулятора для возврата энергии аккумулярированной жидкости в главную камеру  
 для возврата плунжера в начальное положение;

задающий электромагнитный клапан для управления интервалом гидравлического  
 давления, создаваемого вытеснением жидкости плунжером, которое действует на  
 25 поршень клапана; и

запирающий электромагнитный клапан для запираания поршня клапана и снижения  
 паразитных гидравлических потерь.

Эти и другие признаки и достоинства изобретения можно будет понять в более  
 30 полной степени из нижеприведенного подробного описания изобретения вместе с  
 прилагаемыми чертежами.

#### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Фигура 1 - схематический вид сечения известной конструкции двигателя с  
 разделенным циклом, к которому относится настоящее изобретение;

35 фигура 2 - схематический вид сечения одного из вариантов двигателя с разделенным  
 циклом в соответствии с настоящим изобретением;

фигура 3 - вид сечения двигателя с разделенным циклом по линии 3-3 фигуры 2,  
 вместе с топливными инжекторами;

40 фигура 4 - схематический вид сечения основного (базового) варианта конструкции  
 гидромеханической системы управления клапаном с механической пружиной возврата  
 клапана в соответствии с изобретением;

фигура 5 - вид, аналогичный виду, приведенному на фигуре 4, за исключением того,  
 что на нем показаны пневмопружины и дополнительные признаки  
 45 модифицированного варианта гидромеханической системы управления клапаном в  
 соответствии с изобретением для использования в двигателе с разделенным циклом;

фигуры 6-21 - виды, иллюстрирующие последовательность работы  
 гидромеханической системы управления клапаном, представленной на фигуре 5.

#### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

50 Двигатель с разделенным циклом

На фигурах 2 и 3 ссылочный номер 50 в целом обозначает показанный  
 схематически вариант конструкции двигателя с разделенным циклом в соответствии с

настоящим изобретением. Двигатель 50 содержит коленчатый вал 52, который может вращаться относительно оси 54 по часовой стрелке, как показано на чертеже. Коленчатый вал 52 содержит расположенные рядом кривошип 56, 58, с которыми соединены шатуны 60, 62, соответственно, причем кривошип 56 опережает по углу кривошип 58.

Двигатель 50 содержит также блок 64 цилиндров, в котором сформированы два расположенных рядом цилиндра, в частности цилиндр 66 сжатия и цилиндр 68 расширения, закрытые головкой 70 блока цилиндров на том конце цилиндров, который противоположен коленчатому валу 52.

Поршень 72 сжатия установлен в цилиндре 66 сжатия и соединен с шатуном 62 для возвратно-поступательного движения поршня 72 между положениями верхней мертвой точки (ВМТ) и нижней мертвой точки (НМТ). Поршень 74 расширения установлен в цилиндре 68 расширения и соединен с шатуном 60 для аналогичного возвратно-поступательного движения между положениями ВМТ и НМТ. Диаметры цилиндров и поршней, ходы поршней и рабочие объемы цилиндров необязательно должны быть одинаковыми.

В рассматриваемом варианте осуществления изобретения в головке 70 блока цилиндров обеспечиваются проходы для потоков всасываемых и отработавших газов и для сообщения между цилиндрами 66, 68. По ходу потока газа головка 70 блока цилиндров содержит впускной канал 76, через который всасываемый воздух поступает в цилиндр 66 сжатия, два перепускных канала 78 (необходим по меньшей мере один канал), через которые сжатый воздух (газ) передается из цилиндра 66 сжатия в цилиндр 68 расширения, и выпускной канал 80, через который отработавшие газы выпускаются из цилиндра 68 расширения. В каждом перепускном канале 78 также формируется полость 81 высокого давления, в которой содержится сжатый газ между моментами закрытия перепускного клапана 86 сжатия в такте расширения поршня 74 в одном цикле работы двигателя (один оборот коленчатого вала) и открытия перепускного клапана 84 сжатия в такте сжатия поршня 72 в следующем цикле работы двигателя.

В рассматриваемом варианте осуществления изобретения потоком газа в цилиндр сжатия 66 управляет открывающийся внутрь впускной клапан 82, работой которого может управлять любой подходящий приводной механизм двигателя, такой как, например, кулачок впускного клапана (не показан). Впуском и выпуском газа в каждом перепускном канале 78 могут управлять два открывающихся наружу клапана, а именно, перепускной клапан 84 сжатия на впускном конце каждого перепускного канала и перепускной клапан 86 расширения на выпускном конце каждого перепускного канала.

Управление перепускным клапаном 84 сжатия может осуществляться любым подходящим способом. Однако в соответствии с изобретением работой по меньшей мере перепускного клапана 86 расширения, и предпочтительно работой обоих перепускных клапанов 84 и 86, управляет гидромеханическая система 100 управления клапанами, устройство и работа которой рассмотрены в описании.

Потоком отработавших газов из выпускного отверстия 80 управляет открывающийся внутрь выпускной клапан 88 с приводом, например, от кулачка выпускного клапана (не показан). Кулачки могут приводиться в движение механически двигателем или другим подходящим приводным механизмом, обеспечивающим синхронизацию с вращением коленчатого вала 52.

Каждый перепускной канал 78 снабжен по меньшей мере одним расположенным в

нем топливным инжектором 90 высокого давления. Топливные инжекторы 90 предназначены для впрыскивания топлива в сжатый воздух, находящийся внутри полостей 81 высокого давления перепускных каналов 78.

5 Двигатель 50 также снабжен одной или несколькими свечами 92 зажигания или другими устройствами воспламенения горючей смеси. Свечи 92 зажигания расположены в подходящих местах в конце цилиндра 68 расширения, где горючая смесь может воспламениться и сгорать в такте расширения. В альтернативном варианте в двигателе 50 может использоваться воспламенение смеси от сжатия, вместо  
10 воспламенения от искры, и этот вариант также будет охватываться объемом настоящего изобретения.

Гидромеханическая система привода клапанов

На фигурах 4 и 5 ссылочными номерами 99 и 100 указаны различные варианты конструкций гидромеханической системы привода открывающихся наружу клапанов  
15 двигателя, таких как, например, клапаны 84 и 86 перепускных каналов двигателя 50 с разделенным циклом. На фигуре 4 представлен вид базового варианта 99 предлагаемой в изобретении гидромеханической системы. На фигуре 5 иллюстрируется модифицированный вариант 100, содержащий дополнительные  
20 признаки и улучшения по сравнению с базовым вариантом 99. Оба варианта 99 и 100 описываются и использованием ссылочных номеров, причем одинаковые признаки двух вариантов указываются одинаковыми ссылочными номерами.

В каждом из вариантов 100, 99 используется механизм, заключенный в корпус 102 (фигура 5), 103 (фигура 4) или поддерживаемый им. Корпус 102, 103 может  
25 представлять собой одну часть, такую как, например, головка блока цилиндров двигателя, или отдельный блок, или может быть выполнена из двух и более отдельных узлов, соединенных вместе для формирования жесткого корпуса 102, 103.

Каждый корпус 102, 103 содержит цилиндр 104, в котором размещается  
30 плунжер 106. В цилиндре 104 плунжера может быть использована пружина 108 возврата плунжера, которая смещает плунжер 106 вверх в направлении возврата плунжера. Приводное устройство, такое как, например, вращаемый двигателем кулачок 110, взаимодействует с толкателем 112 кулачка. Толкатель 112 состоит из  
35 основания 114, взаимодействующего с кулачком 110, и штока 116 плунжера, взаимодействующего с плунжером 106 для его перемещения вниз. Возвратная пружина 118 толкателя постоянно прижимает толкатель 112 к кулачку 110.

Цилиндр 104 плунжера сообщается с главной камерой 120, которая полностью проходит сквозь корпус 102, и лишь частично сквозь корпус 103. Главная камера 120  
40 сообщается с цилиндром 122 клапана, в котором размещается поршень 124 клапана для совершения в нем возвратно-поступательного движения. Поршень 124 клапана установлен на штоке 126 открывающегося наружу перепускного клапана 86 расширения (и дополнительно открывающегося наружу перепускного клапана 84 сжатия). Перепускной клапан 86 имеет головку 130, которая может прижиматься  
45 снаружи к седлу 132 клапана внутри перепускного прохода 78 (не показан) в головке 70 блока цилиндров двигателя 50 с разделенным циклом.

В маслопроводном канале 140, проходящем к нижнему концу поршня 124 клапана в корпусе 102, 103, сформировано устройство 138 управления посадкой клапана или  
50 устройство торможения. В канале 140 установлен запорный клапан 142, который закрывается в процессе закрытия клапана и направляет поток масла через суженный канал, такой как перепускное отверстие 144 управления посадкой клапана, которое вместе с зазором 146 поршня клапана в цилиндре 122 клапана обеспечивает



управление скоростью посадки клапана.

В базовом варианте 99 (фигура 4) в главную камеру 120 через впускное отверстие 150 подается гидравлическое масло, давление которого регулируется редуктором 149, из внешнего источника (не показан) или из источника масла соответствующего двигателя (не показан). В модифицированном варианте 100 (фигура 5) во впускном отверстии 150 установлен запорный клапан 148, через который масло поступает в главную камеру 120 и который предотвращается обратный поток из впускного отверстия.

В обоих вариантах 100, 99 клапан 86 двигателя открывается под действием давления гидравлического масла, как это будет описано ниже. В базовом варианте 99 (фигура 4) с поршнем 124 клапана или штоком 126 взаимодействует механическая пружина 151 в камере 153 пружины, создающая усилие для закрытия клапана. В модифицированном варианте 100 (фигура 5) на штоке 126 клапана удерживается воздушный поршень 152, совершающий возвратно-поступательное движение в пневмоцилиндре 154 для обеспечения закрытия клапана 86 под действием давления пневмопружины, как это описано ниже.

В варианте 100 используется дополнительный признак, отсутствующий в варианте 99, который представляет собой устройство 156 торможения при полном подъеме клапана, расположенное в верхней части пневмоцилиндра 154 клапана. Устройство 156 торможения представляет собой гидравлический цилиндр 158, в котором совершает возвратно-поступательное движение поршень 160 торможения, взаимодействующий со штоком 126 клапана двигателя при подъеме клапана 86 на высоту, близкую к максимальной. Для замедления движения клапана при его приближении к максимальной высоте подъема используется запорный клапан 162 максимального подъема, который обеспечивает прохождение потока масла на входе, и суженный проход для обратного потока, такой как перепускное отверстие 164, ограничивающее поток выходящего масла.

Корпус 102 (фигура 5) также содержит гидравлический аккумулятор 166, расположенный между плунжером 106 и перепускным клапаном 86 расширения для аккумуляции и возврата гидравлической энергии. Кроме того, между аккумулятором 166 и перепускным клапаном 86 расширения расположен запирающий электромагнитный клапан 168, который предназначен для запираания поршня 124 клапана и обеспечения возврата энергии, в результате чего снижаются паразитные гидравлические потери.

За перепускным клапаном 86 расширения на выходном конце 172 главной камеры 120 расположен задающий электромагнитный клапан 170. Этот клапан управляет интервалом, в течение которого гидравлическое давление, создаваемое плунжером 106, действует на поршень 124 клапана. То есть хотя кулачок 110 может задавать достаточно длительный интервал действия высокого давления, которое заставляет перепускной клапан 86 расширения подниматься, однако открытие задающего электромагнитного клапана 168 может сокращать период подъема клапана 86, который будет составлять всего лишь часть периода, задаваемого кулачком 110. Таким образом, гидромеханическая система имеет так называемый "мертвый ход", при котором продолжающийся рабочий ход кулачка 110 не будет создавать гидравлического давления, действующего на поршень клапана, когда задающий электромагнитный клапан 168 открыт, и поэтому перепускной клапан 86 расширения не будет перемещаться, за исключением движения по инерции.

Аккумулятор 166 содержит цилиндр 174, в котором осуществляет возвратно-

поступательное движение поршень 176 аккумулятора. Возвратная пружина 178 аккумулятора, закрепленная на седле 180 пружины, может толкать поршень 176 вниз в направлении конца 182 цилиндра, который гидравлически сообщается с главной камерой 129 через отверстие 184. Кроме того, дополнительно цилиндр 174 аккумулятора через отверстие 186 может сообщаться с источником сжатого воздуха для формирования пневмопружины 188, толкающей поршень аккумулятора в направлении конца 182 цилиндра.

Как показано на фигуре 5, давление воздуха от внешнего источника передается по воздушной магистрали 190 через редукторы 192, 194, соответственно, в цилиндр 174 аккумулятора для формирования в нем пневмопружины 188 и в пневмоцилиндр 154 клапана для формирования в нем пневмопружины 198.

На фигуре 5 также изображен источник 200 масла в форме резервуара 202 для масла, такого как масляный поддон двигателя, или же это может быть отдельная система, в которой используется другая текучая среда, такая как гидравлическая жидкость или иная аналогичная среда. Из резервуара 202 масло перекачивается гидравлическим насосом 204, который подает его по маслопроводу 206 к запорному клапану 148 во впускном отверстии 150 главной камеры 120 для поддержания камеры в состоянии полного заполнения маслом. Аккумулятор 208 давления масла, подсоединенный к маслопроводу 206, обеспечивает сглаживание в нем колебаний давления. Затем маслопровод 206 проходит к запорному клапану 162 полного подъема клапана для заполнения маслом цилиндра 158 гидравлического торможения устройства 156 торможения при полном подъеме клапана.

Последовательность работы гидромеханической системы 100

Перепускные клапаны 84, 86 открываются, преодолевая высокое давление сжатого воздуха в перепускных каналах 78, и перепускной клапан 86 расширения быстро открывается и остается в открытом положении в пределах 30° угла поворота коленчатого вала. Вышеописанная гидромеханическая система 100 управления клапанами была разработана для эффективного привода указанных клапанов в пределах допустимых давлений и временных интервалов, в частности для привода перепускного клапана расширения. В варианте 100 также допускаются изменения высоты подъема и интервала открытия перепускных клапанов.

Ниже описывается работа варианта 100 системы привода перепускных клапанов расширения со ссылками на фигуры 6-21. Для обеспечения регулировки моментов открытия и закрытия клапанов и высоты их подъема, кулачок 110 устроен таким образом, чтобы он обеспечивал ход плунжера 106 в течение интервала, большего, чем это необходимо для открытия клапанов двигателя, то есть обеспечивается система с мертвым ходом.

В начальном положении, показанном на фигуре 6, плунжер 106 находится в положении своей верхней мертвой точки, и входной запорный клапан 148 открыт. Аккумулятор 166 пуст, запирающий электромагнитный клапан 168 открыт, и задающий электромагнитный клапан 170 также открыт. Перепускной клапан 86 расширения закрыт, и запорный клапан 142 управления посадкой перепускного клапана также закрыт.

Далее, как можно видеть на фигурах 7-9, кулачок вращается по часовой стрелке. Когда выступ кулачка 110 при его вращении вступает во взаимодействие с толкателем 112 (см. фигуру 9), плунжер 106 начинает опускаться из положения верхней мертвой точки, выталкивая масло из цилиндра 104 плунжера в главную камеру 120 и из нее через выпускной конец 172 камеры, откуда масло стекает в поддон 202 для

масла (показано стрелками). Впускной запорный клапан 148 переходит из открытого положения в закрытое положение. Запорный клапан 142 управления посадкой перепускного клапана остается закрытым, запирающий электромагнитный клапан 168 и задающий электромагнитный клапан 170 остаются открытыми, и аккумулятор 166 остается незаполненным. Перепускной клапан 86 расширения также остается закрытым.

По мере того как кулачок 110 продолжает свое вращение по часовой стрелке, плунжер 106 опускается ниже, и задающий электромагнитный клапан 170 закрывается (см. фигуру 10). В результате закрытия задающего электромагнитного клапана 170 выпускное отверстие 172 главной камеры перекрывается, и масло подается через канал 140 поршня перепускного клапана в результате открытия запорного клапана 142 управления посадкой перепускного клапана. Масло проходит из канала 140 поршня перепускного клапана в цилиндр 122 перепускного клапана в нижней части поршня 124, в результате чего начинает открываться перепускной клапан 86 расширения. Запирающий электромагнитный клапан 168 остается открытым, впускной запорный клапан 148 остается закрытым, и аккумулятор 166 остается незаполненным.

Как показано на фигуре 11, кулачок 110 продолжает вращение по часовой стрелке, и сила давления выступа кулачка на толкатель 112 продолжает перемещать вниз плунжер 106. Запирающий электромагнитный клапан 168 теперь закрывается, и его закрытие блокирует поток масла к поршню 124 перепускного клапана 86 расширения, в результате чего его подъем под действием давления масла заканчивается. Однако перепускной клапан 86 расширения по инерции продолжает движение вверх, и шток 126 клапана входит во взаимодействие с поршнем 160 торможения подъема клапана устройства 156 торможения. Избыток масла, выходящего в результате продолжающегося движения вниз плунжера 106, которое теперь блокируется запирающим электромагнитным клапаном 168, поступает в аккумулятор 166 для аккумуляции энергии (показано стрелками). Впускной запорный клапан 148 и задающий электромагнитный клапан 170 остаются закрытыми, а запорный клапан 142 управления посадкой перепускного клапана остается открытым.

По мере того как шток 126 перепускного клапана перемещает поршень 160 устройства 156 торможения при полном подъеме клапана (см. фигуры 12 и 13), масло выталкивается через перепускное отверстие 164, в результате чего движение вверх перепускного клапана 86 расширения замедляется. Перепускной клапан 86 расширения останавливается в положении максимальной высоты подъема при задействованном устройстве торможения 156, и запорный клапан 142 управления посадкой перепускного клапана закрывается. Плунжер 106 опускается еще ниже, в результате чего продолжается поступление потока масла в аккумулятор 166 (показано стрелками) для аккумуляции энергии. Задающий электромагнитный клапан 170, запирающий электромагнитный клапан 168 и впускной запорный клапан 148 остаются закрытыми.

Далее кулачок 110 поворачивается в положение, в котором его выступ отжимает плунжер 106 в положение его нижней мертвой точки (см. фигуру 14). В этом положении в аккумуляторе 166 аккумулируется максимальное количество энергии. Задающий электромагнитный клапан 170 открывается, в результате чего масло спускается из цилиндра 122 перепускного клапана (показано стрелкой), и сжатый воздух в пневмоцилиндре 154, толкающий вниз поршень 152, начинает закрывать перепускной клапан 86 расширения. Однако задающий электромагнитный клапан 170

может открываться независимо от угла поворота кулачка 110. Иначе говоря, задающий электромагнитный клапан 170 необязательно должен открываться точно в тот момент, когда выступ кулачка 110 займет свое самое нижнее положение. Как показано на фигуре 14, начинается поступление масла через запорный клапан 162 устройства торможения в цилиндр 158 устройства торможения. Запирающий электромагнитный клапан 168, впускной запорный клапан 148 и запорный клапан 142 управления посадкой перепускного клапана остаются закрытыми.

По мере того как плунжер 106 начинает подниматься вверх из положения своей нижней мертвой точки (см. фигуры 15 и 16), аккумулятор 166 начинает опорожняться (показано стрелками). Давление воздуха толкает поршень 176 аккумулятора вниз, в результате чего масло из аккумулятора 166 возвращается в цилиндр 104 плунжера с высвобождением аккумулированной энергии для возврата плунжера 106 в начальное положение и содействия вращению кулачка 110. Заканчивается заполнение маслом устройства 156 торможения, и запорный клапан 162 устройства торможения закрывается. Закрытый запорный клапан 142 управления посадкой перепускного клапана заставляет масло проходить через узкое перепускное отверстие 144, в результате чего замедляется посадка перепускного клапана 86 расширения на свое седло 132. Как показано на фигуре 16, перепускной клапан 86 расширения закрыт. Задающий электромагнитный клапан 170 остается открытым, а запирающий электромагнитный клапан 168 и впускной запорный клапан 148 остаются закрытыми.

По мере того как кулачок продолжает свое вращение по часовой стрелке, плунжер 106 продолжает движение в направлении своей верхней мертвой точки (см. фигуры 17-19). Продолжается опорожнение аккумулятора 166, при котором масло возвращается в цилиндр 104 плунжера (показано стрелками). Как показано на фигуре 19, аккумулятор 166 пуст. Запирающий электромагнитный клапан 168, впускной запорный клапан 148, запорный клапан 142 управления посадкой перепускного клапана и сам перепускной клапан 86 расширения остаются закрытыми. Задающий электромагнитный клапан 170 остается открытым.

Как показано на фигуре 20, когда кулачок 110 поворачивается для возвращения плунжера 106 в положение верхней мертвой точки, аккумулятор пуст, и впускной запорный клапан 148 открывается, в результате чего обеспечивается пополнение масла в главной камере 120. Запирающий электромагнитный клапан 168, запорный клапан 142 управления посадкой перепускного клапана и перепускной клапан 86 расширения остаются закрытыми, в то время как задающий электромагнитный клапан 170 остается открытым. Аккумулятор 166 пуст.

Как показано на фигуре 21, кулачок 110 продолжает вращаться по часовой стрелке, возвращаясь в свое начальное положение после завершения полного оборота. Запирающий электромагнитный клапан 168 открывается, и главная камера 120 заполняется маслом (показано стрелками), непрерывно подаваемым гидравлическим насосом 204 из резервуара 202 через открытый впускной запорный клапан 148. Задающий электромагнитный клапан 170 остается открытым, в то время как запорный клапан 142 управления посадкой перепускного клапана и сам перепускной клапан 86 расширения остаются закрытыми. Плунжер 106 остается в положении своей верхней мертвой точки, и аккумулятор 166 пуст. После этого начинается повторение цикла с момента, показанного на фигуре 6.

В альтернативном варианте 99 плунжер 106 и поршень 124 перепускного клапана с устройством 138 торможения и запорным клапаном 142 управления посадкой перепускного клапана могут работать примерно так же, как это было описано для

варианта 100. Однако в этом случае аккумулятор 166, запирающий электромагнитный клапан 168 и задающий электромагнитный клапан 170, отсутствуют, и пневмопружина 198 поршня перепускного клапана заменена механической пружиной 151. Таким образом, моменты открытия и закрытия перепускного клапана, а также высота его подъема будут фиксированными, и механическая пружина 151 будет поглощать силы, возникающие при подъеме перепускного клапана. Однако аккумулятор и задающие устройства при необходимости могут быть введены в конструкцию, и механическая пружина может быть заменена пневмо пружиной, обеспечивающей закрытие перепускного клапана расширения и управление его подъемом. Аккумулятор с механической возвратной пружиной также может быть добавлен при необходимости.

Хотя настоящее изобретение описано со ссылками на предпочтительные варианты его осуществления, должно быть ясно, что возможны различные изменения в пределах сущности и объема раскрытой идеи изобретения. Соответственно, необходимо понимать, что изобретение не ограничивается описанными вариантами, и его полный объем определяется прилагаемой формулой.

#### Формула изобретения

1. Гидромеханическая система привода открывающегося наружу клапана двигателя, содержащая:
  - корпус, в котором имеется цилиндр плунжера, сообщающийся гидравлически с цилиндром клапана;
  - плунжер, установленный в цилиндре плунжера с возможностью совершения возвратно-поступательного движения для вытеснения жидкости в цилиндр клапана;
  - открывающийся наружу клапан двигателя, установленный в корпусе с возможностью совершения возвратно-поступательного движения и соединенный с поршнем клапана, установленным в цилиндре клапана, причем клапан двигателя открывается жидкостью, вытесняемой плунжером в цилиндр клапана и толкающей поршень клапана;
  - приводное устройство для обеспечения возвратно-поступательного движения плунжера;
  - пружину клапана для возвращения клапана двигателя для его посадки на обращенное наружу седло клапана, в результате чего перекрывается газовый канал двигателя, управляемый клапаном двигателя;
  - гидравлическое устройство торможения подъема клапана, в состав которого входит поршень, входящий во взаимодействие со штоком клапана при открытии клапана и обеспечивающий воздействие гидравлической жидкости на запорный клапан и ее перемещение через суженный канал для смягчения удара при подъеме клапана.
2. Гидромеханическая система по п.1, в которой приводное устройство содержит приводной механизм двигателя, взаимодействующий с плунжером для его перемещения в тактах нагнетания и обратного хода.
3. Гидромеханическая система по п.2, в которой приводной механизм двигателя содержит кулачок, взаимодействующий с толкателем, обеспечивающим движение плунжера в такте нагнетания, и по меньшей мере одну возвратную пружину, обеспечивающую перемещение плунжера и толкателя в такте обратного хода.
4. Гидромеханическая система по п.3, в которой возвратная пружина содержит пружину толкателя и пружину плунжера, обеспечивающую постоянное

взаимодействие плунжера с толкателем и кулачком.

5. Гидромеханическая система по п.1, в которой корпус содержит главную гидравлическую камеру, соединяющую цилиндр плунжера с цилиндром клапана.

6. Гидромеханическая система по п.5, в которой поршень клапана установлен на штоке клапана двигателя и размещен в цилиндре клапана, который сообщается с главной камерой корпуса для поступления масла под давлением в цилиндр клапана из цилиндра плунжера для открытия клапана.

7. Гидромеханическая система по п.6, в которой цилиндр клапана сообщается с главной камерой корпуса через устройство управления посадкой клапана двигателя, которое содержит запорный клапан и суженный обратный канал, обеспечивающий смягчение удара при посадке клапана двигателя на седло.

8. Гидромеханическая система по п.1, в которой пружина клапана представляет собой механическую пружину, смещающую клапан двигателя в направлении седла клапана.

9. Гидромеханическая система по п.1, в которой пружина клапана представляет собой пневмопружину, смещающую клапан двигателя в направлении седла клапана.

10. Гидромеханическая система по п.9, в которой пневмопружина клапана содержит пневмопоршень, который соединен с клапаном двигателя и на который действует воздух с регулируемым давлением, смещающий пневмопоршень внутрь для закрытия клапана двигателя, когда давление жидкости, создаваемое плунжером, снимается.

11. Гидромеханическая система по п.10, в которой пневмопоршень клапана установлен на штоке клапана двигателя и размещен в пневмоцилиндре внутри корпуса.

12. Гидромеханическая система по п.1, в которой устройство торможения подъема клапана заполняется из источника жидкости, находящейся под давлением.

13. Гидромеханическая система по п.5, содержащая задающий клапан, предназначенный для перекрытия потока из главной камеры и запуска процесса подъема клапана, когда действует плунжер.

14. Гидромеханическая система по п.13, содержащая:  
гидравлический аккумулятор внутри корпуса, в состав которого входит поршень аккумулятора, размещенный в цилиндре аккумулятора с возможностью совершения возвратно-поступательного движения и соединенный с главной камерой между цилиндром плунжера и цилиндром клапана; и  
запирающий клапан между цилиндром аккумулятора и цилиндром клапана, обеспечивающий возможность перекрытия потока жидкости из цилиндра плунжера в цилиндр клапана для управления моментом закрытия клапана двигателя и включения заполнения гидравлического аккумулятора в течение такта рабочего хода плунжера для аккумуляции энергии, которая используется в такте обратного хода плунжера в свое начальное положение, в результате чего снижаются энергетические потери.

15. Гидромеханическая система по п.14, в которой задающий клапан открывается для спуска гидравлической жидкости из цилиндра клапана и обеспечения закрытия клапана двигателя пневмопружиной.

16. Гидромеханическая система по п.15, в которой жидкость подается в главную гидравлическую камеру для восполнения жидкости, выпущенной при закрытии клапана, из источника, находящегося под давлением, через запорный клапан для предотвращения обратного потока в источник.

17. Гидромеханическая система по п.1 в комбинации с двигателем с разделенным

циклом, в котором клапан двигателя представляет собой перепускной клапан расширения двигателя с разделенным циклом.

18. Гидромеханическая система по п.16 в комбинации с двигателем с разделенным циклом, содержащим:

5 коленчатый вал, установленный с возможностью вращения вокруг своей оси;  
 поршень сжатия, установленный в цилиндре сжатия с возможностью скольжения в нем и соединенный с коленчатым валом, так что поршень сжатия совершает  
 10 возвратно-поступательное движение, осуществляя такты впуска и сжатия за один оборот коленчатого вала;

поршень расширения, установленный в цилиндре расширения с возможностью скольжения в нем и соединенный с коленчатым валом, так что поршень расширения совершает возвратно-поступательное движение, осуществляя такты расширения и  
 15 выпуска за один оборот коленчатого вала; и

перепускной канал, который соединяет цилиндры сжатия и расширения и содержит перепускной клапан сжатия и перепускной клапан расширения с полостью высокого  
 20 давления, сформированной между ними;

причем клапан двигателя представляет собой перепускной клапан расширения  
 20 двигателя с разделенным циклом.

19. Гидромеханическая система по п.18, в которой гидравлический аккумулятор содержит пневмопружину, толкающую поршень аккумулятора для возврата энергии, содержащейся в аккумулятированной жидкости, в главную камеру для возврата  
 25 плунжера в начальное положение.

20. Способ применения гидромеханической системы для привода открывающегося  
 25 наружу клапана двигателя, включающий:

использование корпуса, в котором имеется: цилиндр плунжера, сообщающийся  
 30 гидравлически с цилиндром клапана; главная гидравлическая камера, соединяющая цилиндр плунжера с цилиндром клапана; плунжер, размещенный в цилиндре плунжера с возможностью совершения возвратно-поступательного движения для вытеснения жидкости в цилиндр клапана; открывающийся наружу клапан двигателя,  
 35 размещенный в корпусе с возможностью совершения возвратно-поступательного движения и соединенный с поршнем клапана в цилиндре клапана; приводное устройство для обеспечения возвратно-поступательного движения плунжера; и задающий клапан, предназначенный для перекрытия потока из главной камеры;

перемещение вниз плунжера для вытеснения жидкости;  
 40 закрытие задающего клапана так, чтобы вытесняемая гидравлическая жидкость поступала в цилиндр клапана и толкала поршень клапана для начала открытия клапана двигателя;

открытие задающего клапана для начала закрытия клапана двигателя и  
 45 перемещение вверх плунжера, пока он не будет возвращен в начальное положение, использование гидравлического устройства торможения при подъеме клапана, которое взаимодействует со штоком клапана двигателя; и

50 введение гидравлического устройства торможения во взаимодействие со штоком клапана до того момента, как клапан двигателя будет полностью открыт, для торможения подъема клапана, по мере того как он приближается к положению  
 50 полного открытия.

21. Способ по п.20, который дополнительно включает:

использование в корпусе гидравлического аккумулятора, содержащего поршень аккумулятора, установленный с возможностью совершения возвратно-

поступательного движения в цилиндре аккумулятора, и соединенного с главной камерой между цилиндром плунжера и цилиндром клапана, и запирающего клапана между цилиндром аккумулятора и цилиндром клапана;

5 закрытие запирающего клапана после закрытия задающего клапана и перекрытие потока гидравлической жидкости из цилиндра плунжера в цилиндр клапана перед полным открытием клапана двигателя;

заполнение аккумулятора для аккумуляирования энергии, используемой для возврата плунжера в его начальное положение;

10 опорожнение аккумулятора по мере подъема плунжера для высвобождения аккумуляированной энергии и

открытие запирающего клапана после возврата плунжера в его начальное положение.

22. Способ по п.20, который включает:

15 обеспечение запорного клапана управления посадкой клапана двигателя- на седло для сообщения между цилиндром клапана и главной камерой;

открытие запорного клапана управления посадкой клапана двигателя на седло после закрытия задающего клапана и

20 закрытие запорного клапана управления посадкой клапана двигателя на седло, когда клапан двигателя полностью открыт.

23. Способ по п.20, в котором двигатель является двигателем с разделенным циклом.

24. Гидромеханическая система привода открывающегося наружу клапана двигателя, содержащая:

25 корпус, в котором имеется цилиндр плунжера, сообщающийся гидравлически с цилиндром клапана, причем корпус содержит главную гидравлическую камеру, соединяющую цилиндр плунжера с цилиндром клапана;

30 плунжер, установленный в цилиндре плунжера с возможностью совершения возвратно-поступательного движения для вытеснения жидкости в цилиндр клапана;

35 открывающийся наружу клапан двигателя, установленный в корпусе с возможностью совершения возвратно-поступательного движения и соединенный с поршнем клапана, установленным в цилиндре клапана, причем клапан двигателя открывается жидкостью, вытесняемой плунжером в цилиндр клапана и толкающей поршень клапана;

кулачок, взаимодействующий с толкателем, обеспечивающим движение плунжера в такте нагнетания, и по меньшей мере одну возвратную пружину, обеспечивающую перемещение плунжера и толкателя в такте обратного хода;

40 пружину клапана для возвращения клапана двигателя для его посадки на обращенное наружу седло клапана, в результате чего перекрывается газовый канал двигателя, управляемый клапаном двигателя;

задающий клапан, предназначенный для перекрытия потока из главной камеры и запуска процесса подъема клапана, когда действует плунжер;

45 гидравлический аккумулятор внутри корпуса, в состав которого входит поршень аккумулятора, размещенный в цилиндре аккумулятора с возможностью совершения возвратно-поступательного движения и соединенный с главной камерой между цилиндром плунжера и цилиндром клапана; и

50 запирающий клапан между цилиндром аккумулятора и цилиндром клапана, обеспечивающий возможность перекрытия потока жидкости из цилиндра плунжера в цилиндр клапана для управления моментом закрытия клапана двигателя и включения заполнения гидравлического аккумулятора в течение такта рабочего хода плунжера



для аккумуляции энергии, которая используется в такте обратного хода плунжера в свое начальное положение.

5

10

15

20

25

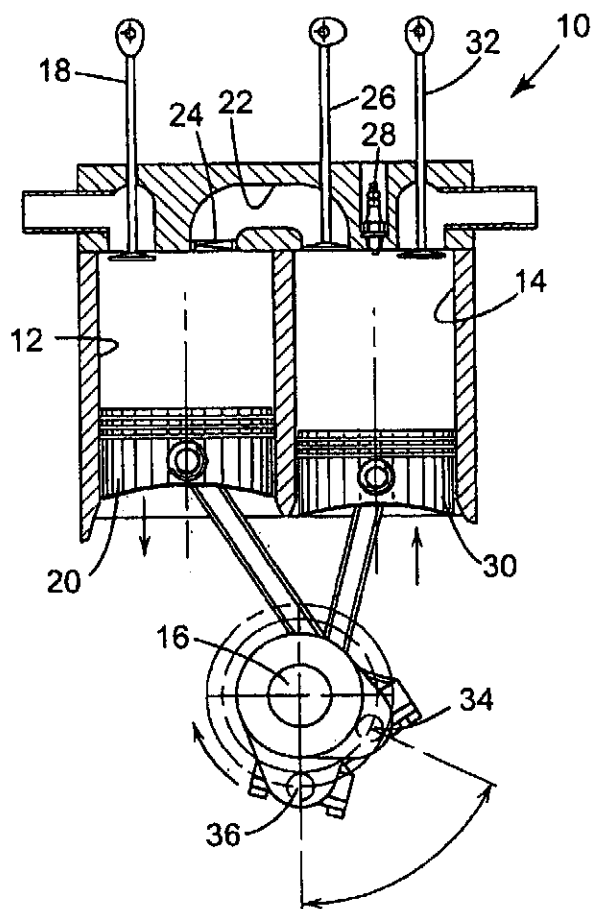
30

35

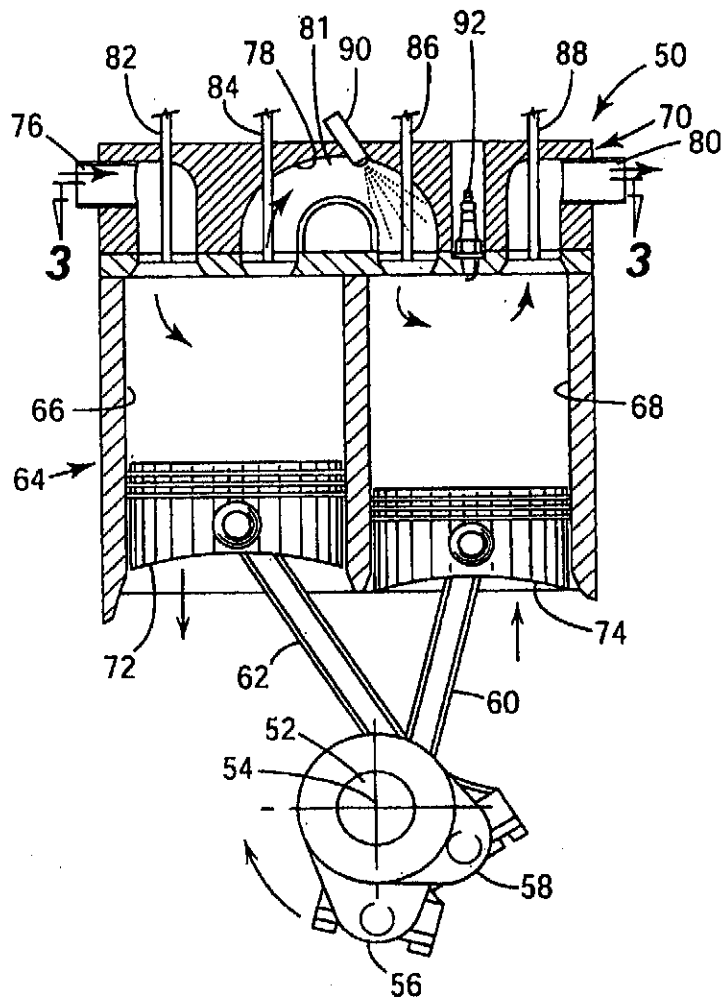
40

45

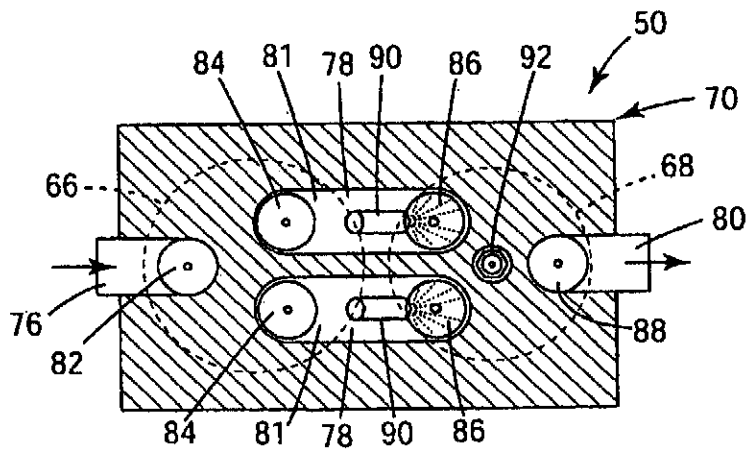
50



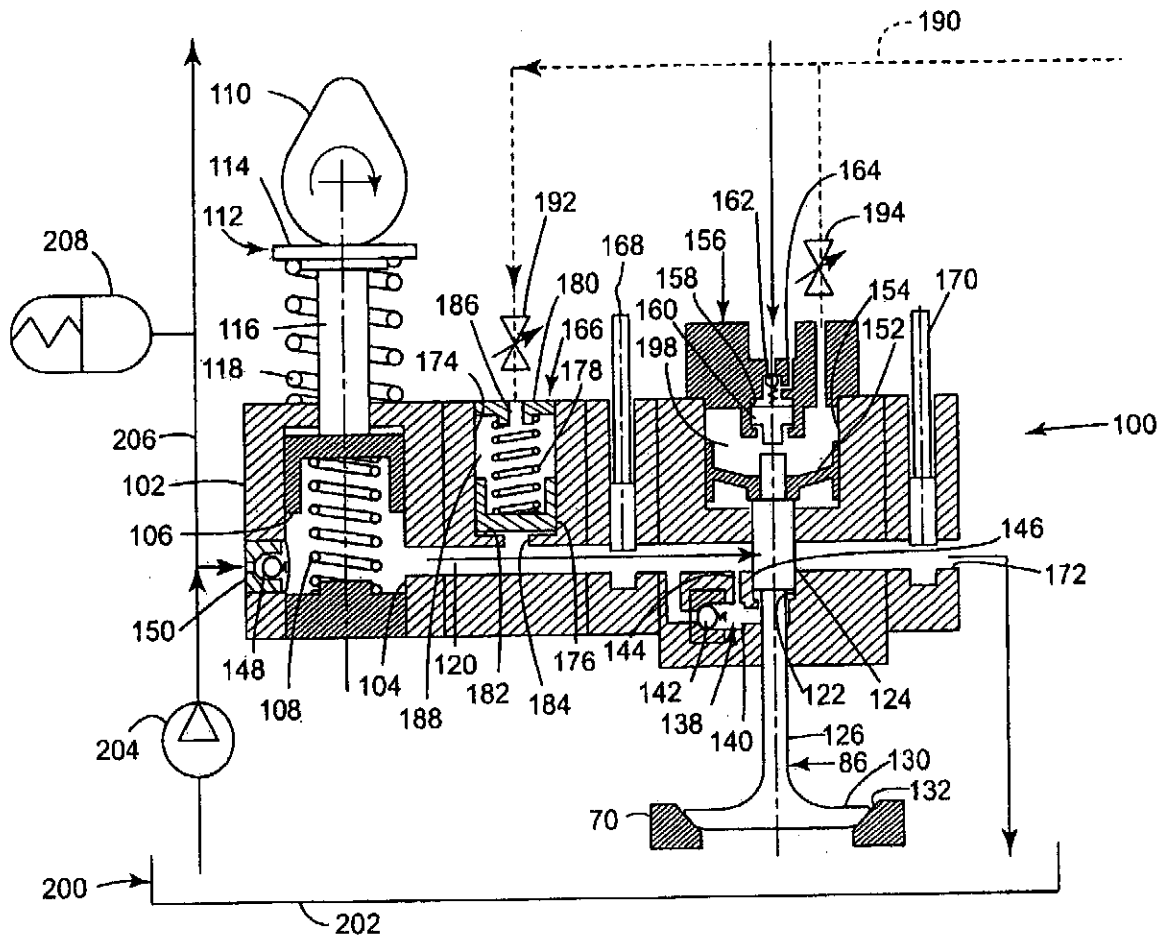
Фиг. 1  
Уровень техники



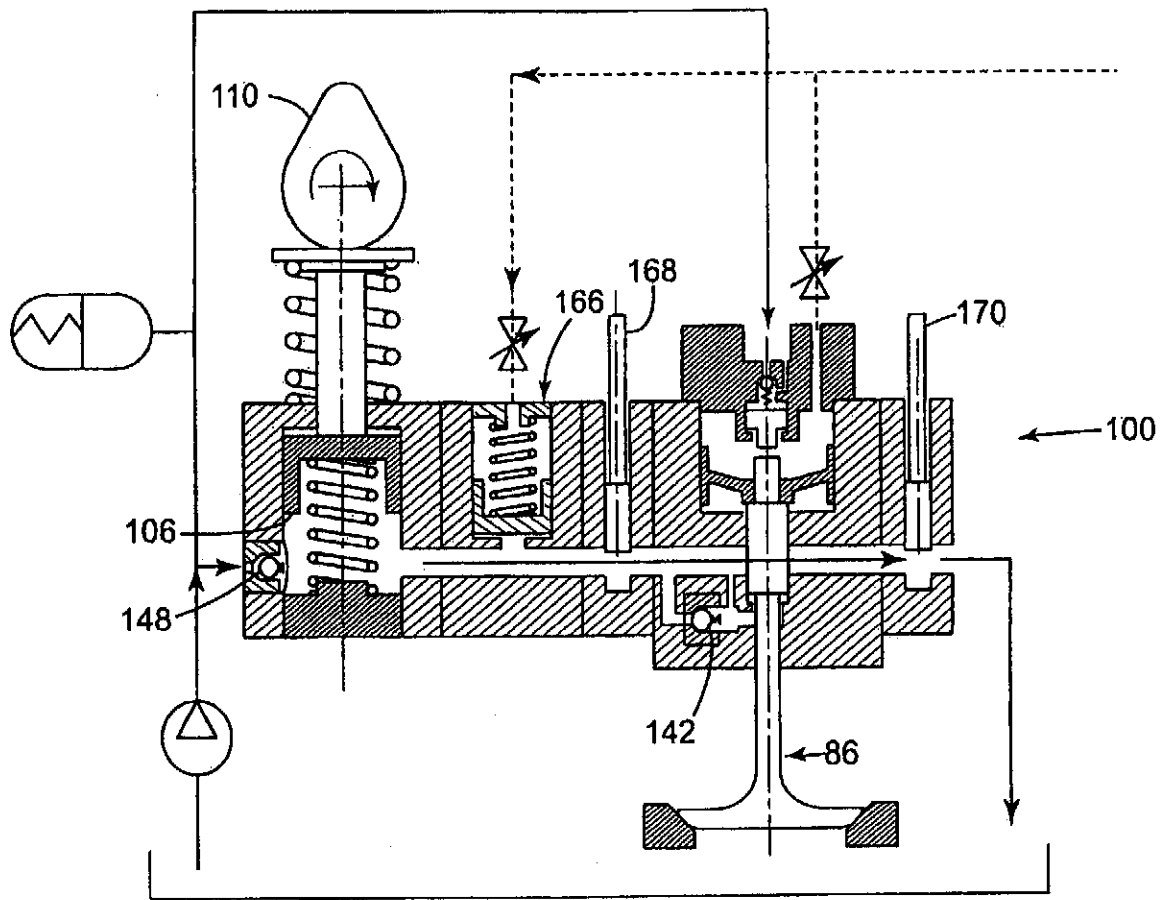
Фиг. 2



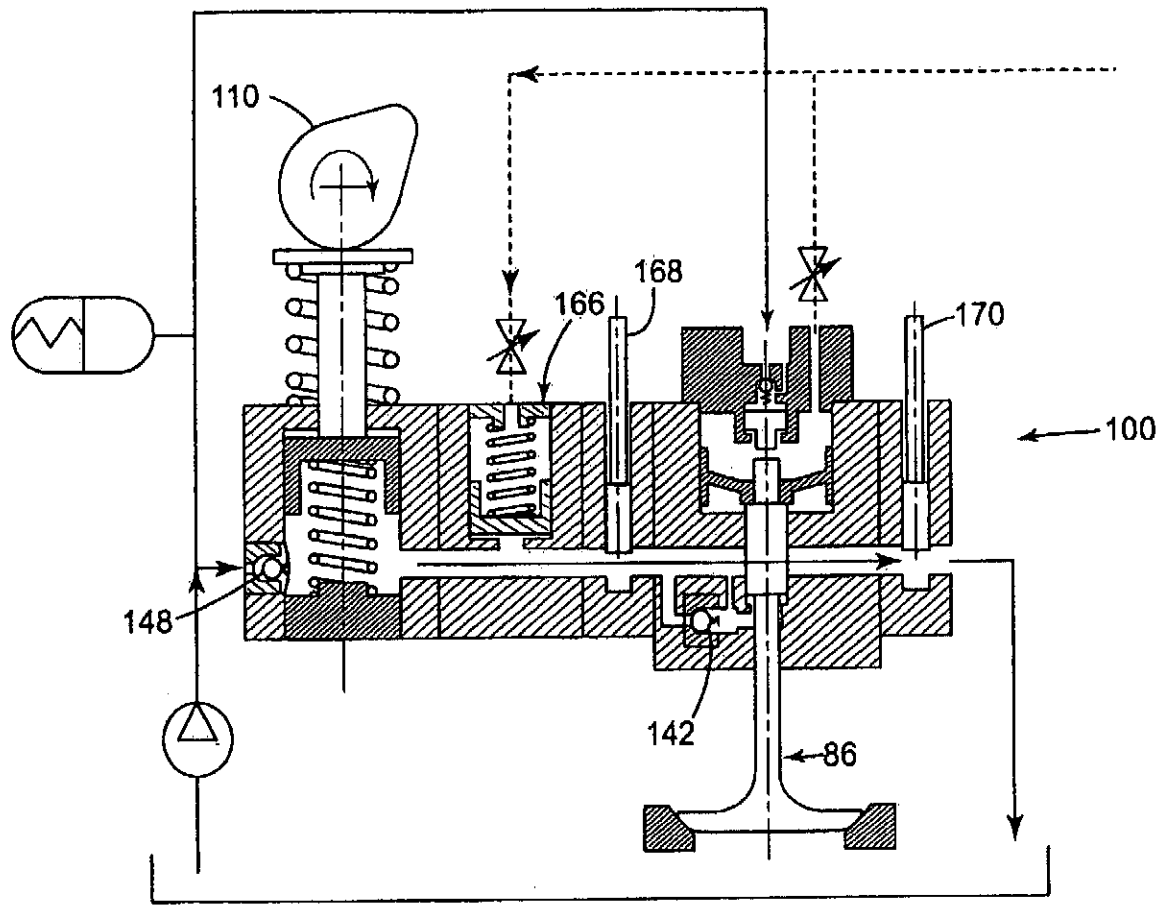
Фиг. 3



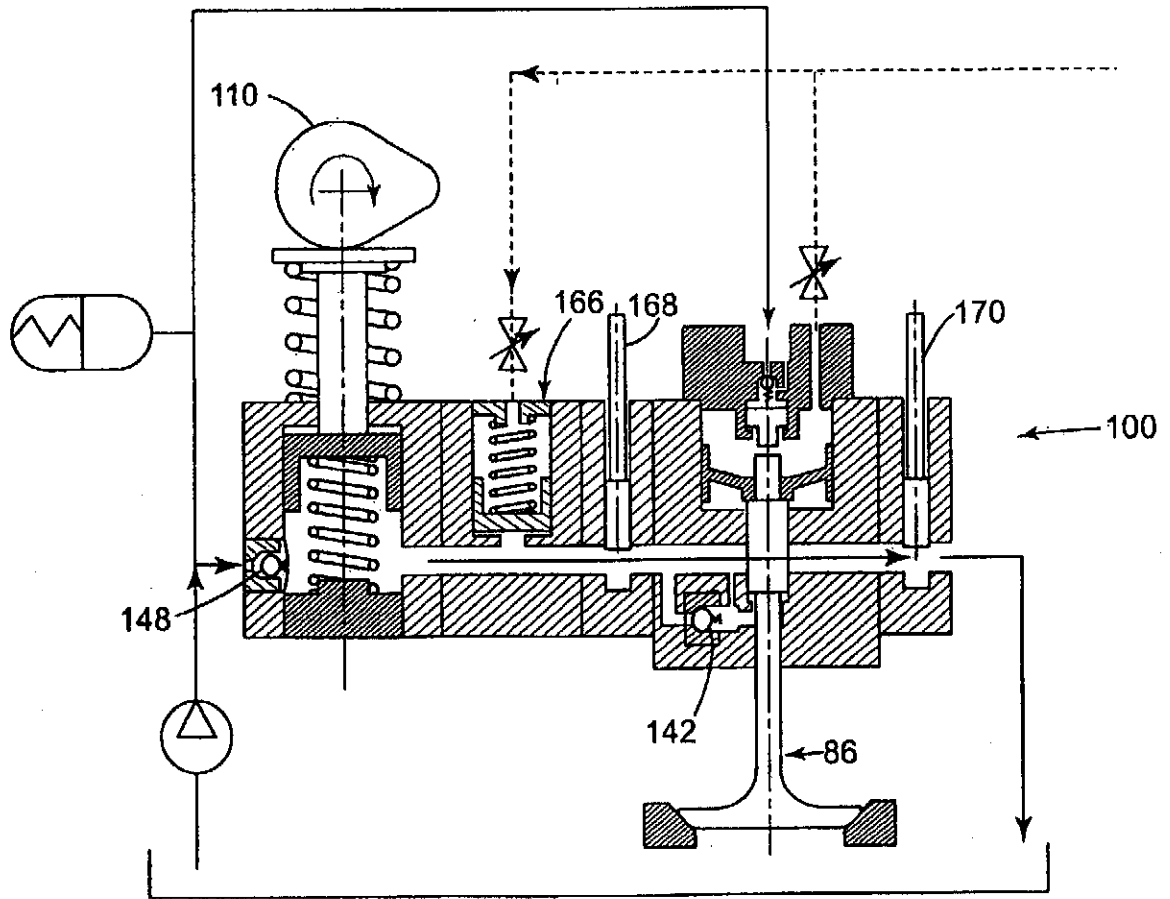
Фиг. 5



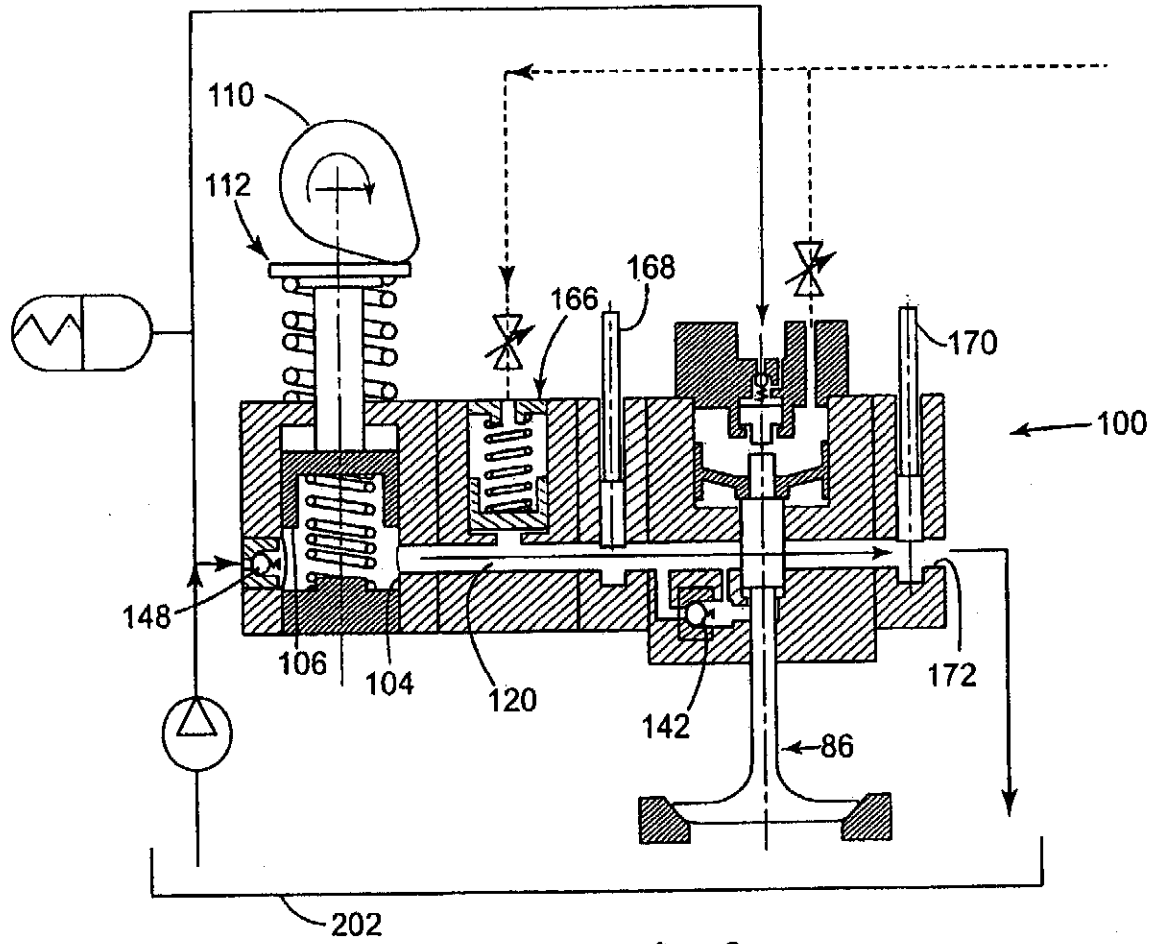
Фиг. 6



Фиг. 7

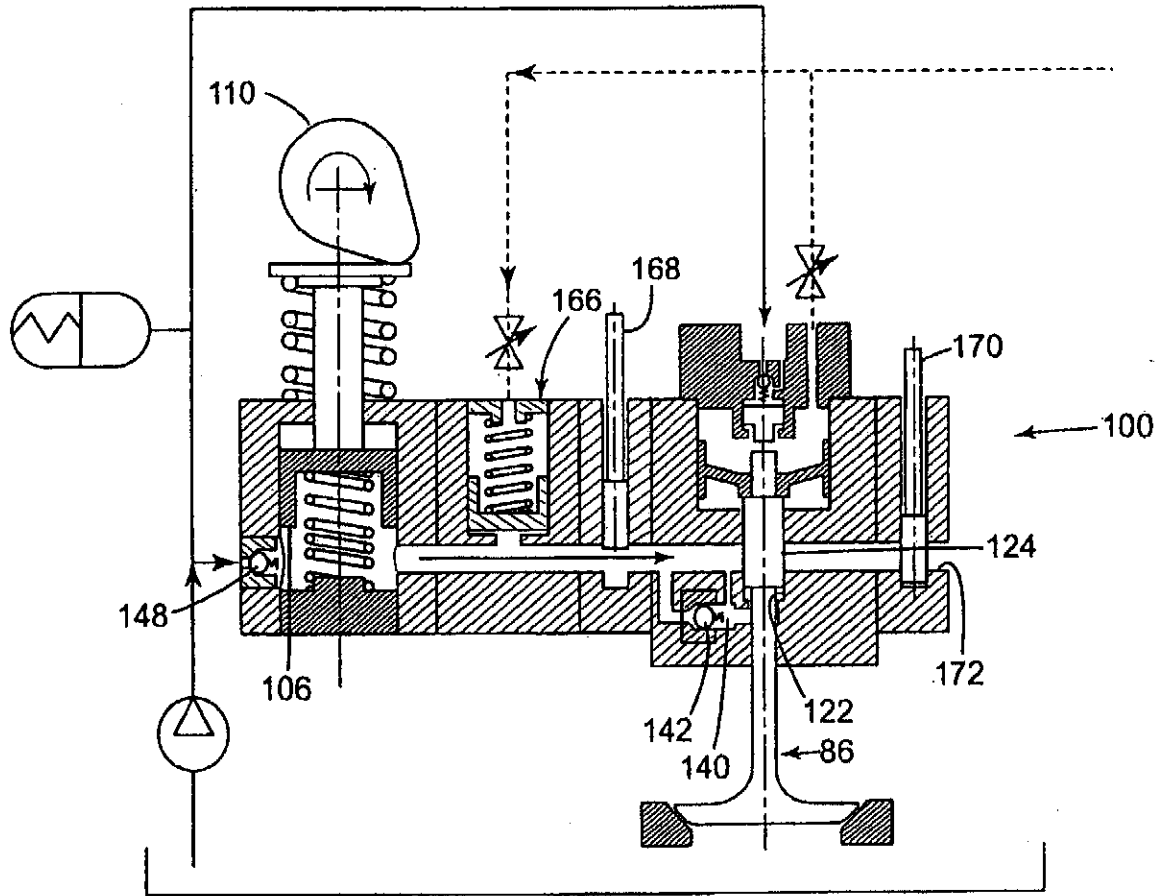


Фиг. 8



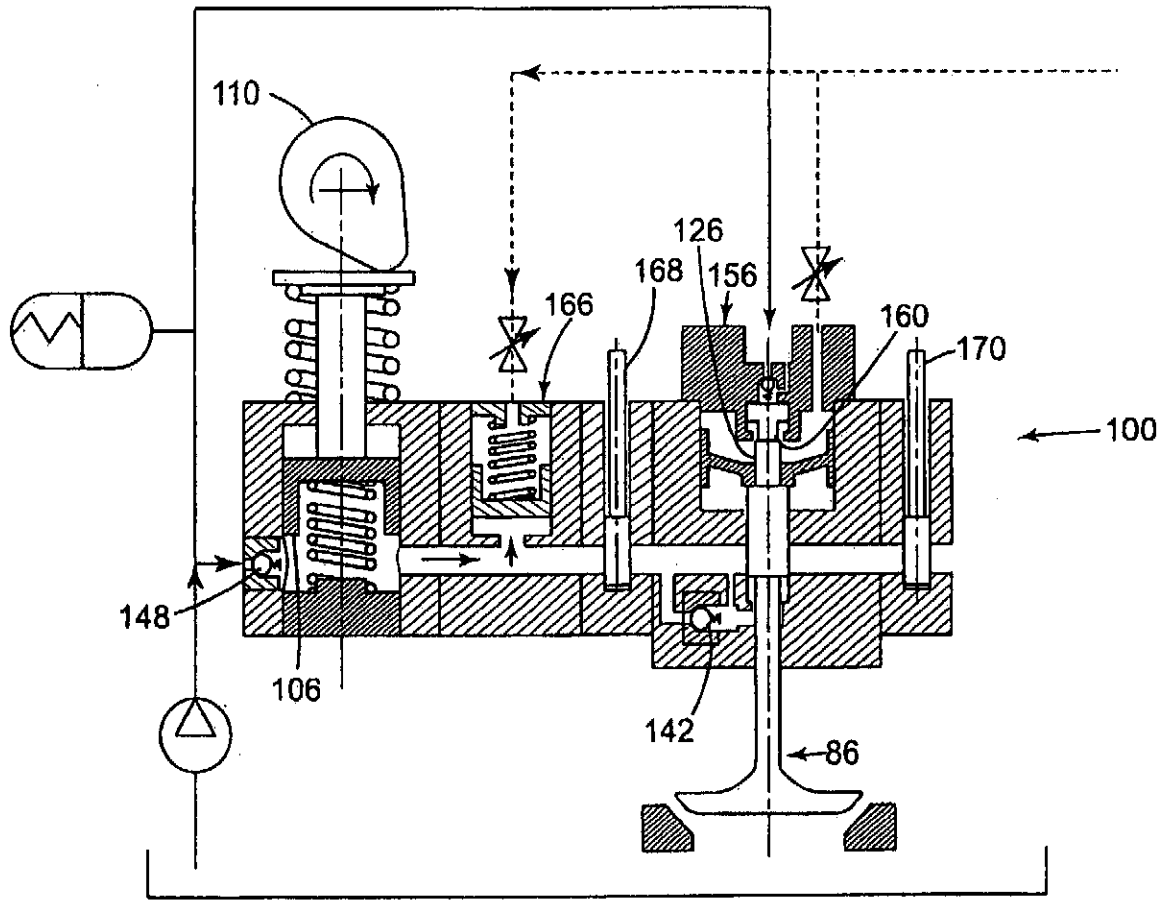
Фиг. 9



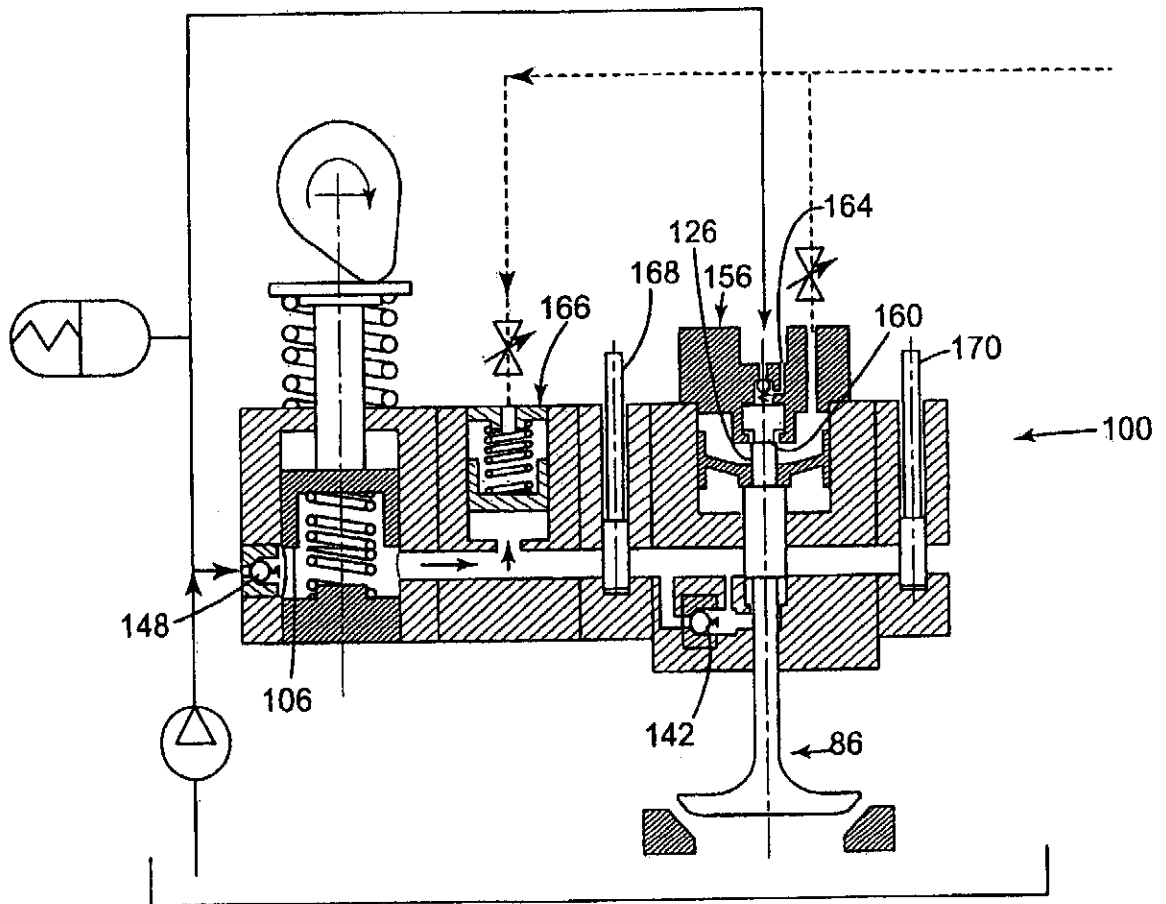


Фиг. 10

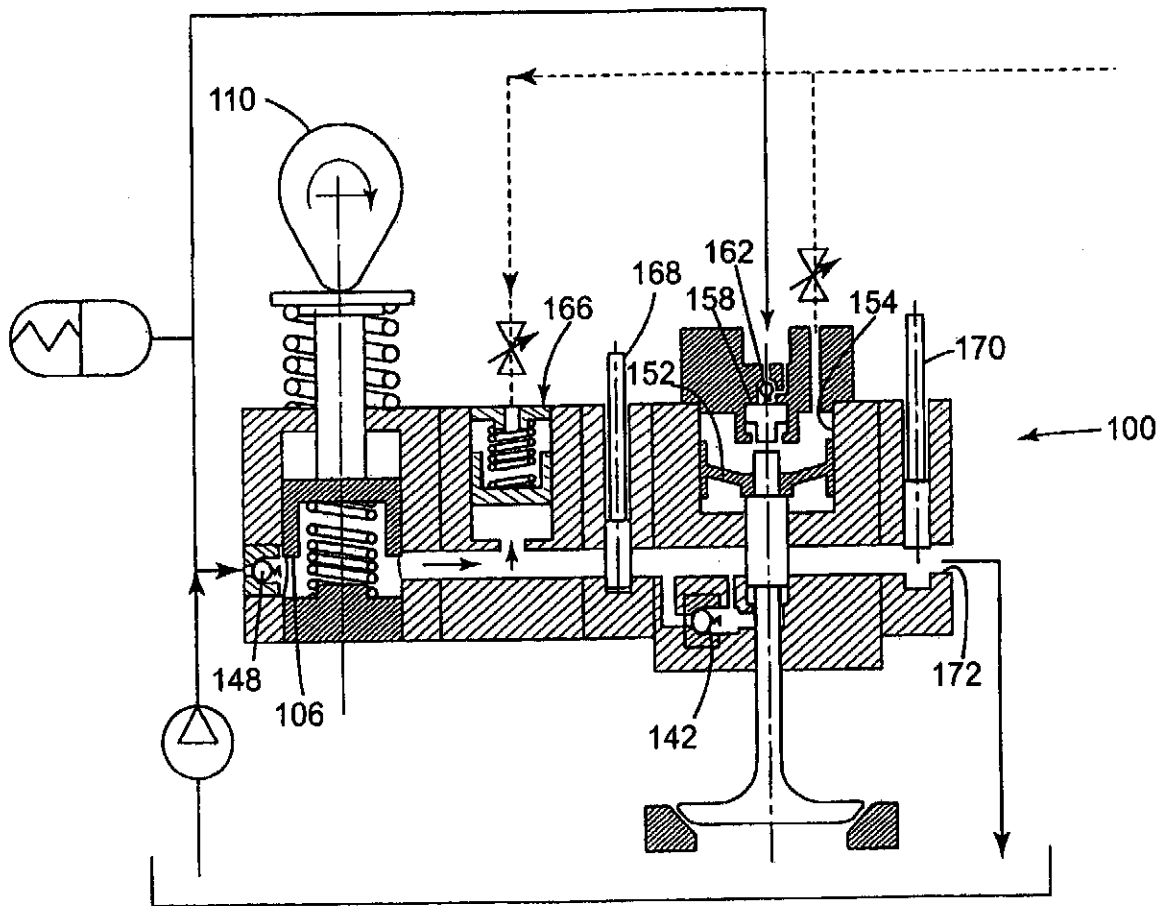




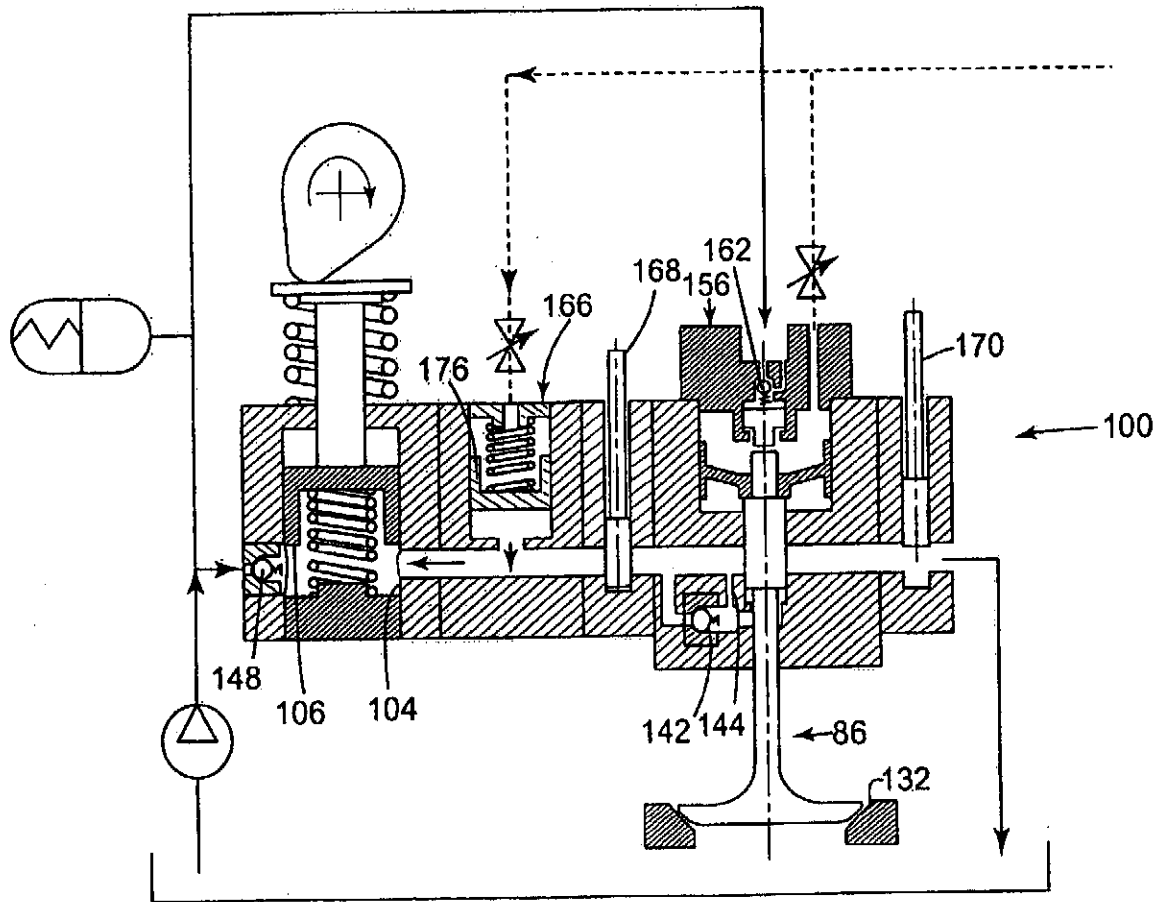
Фиг. 12



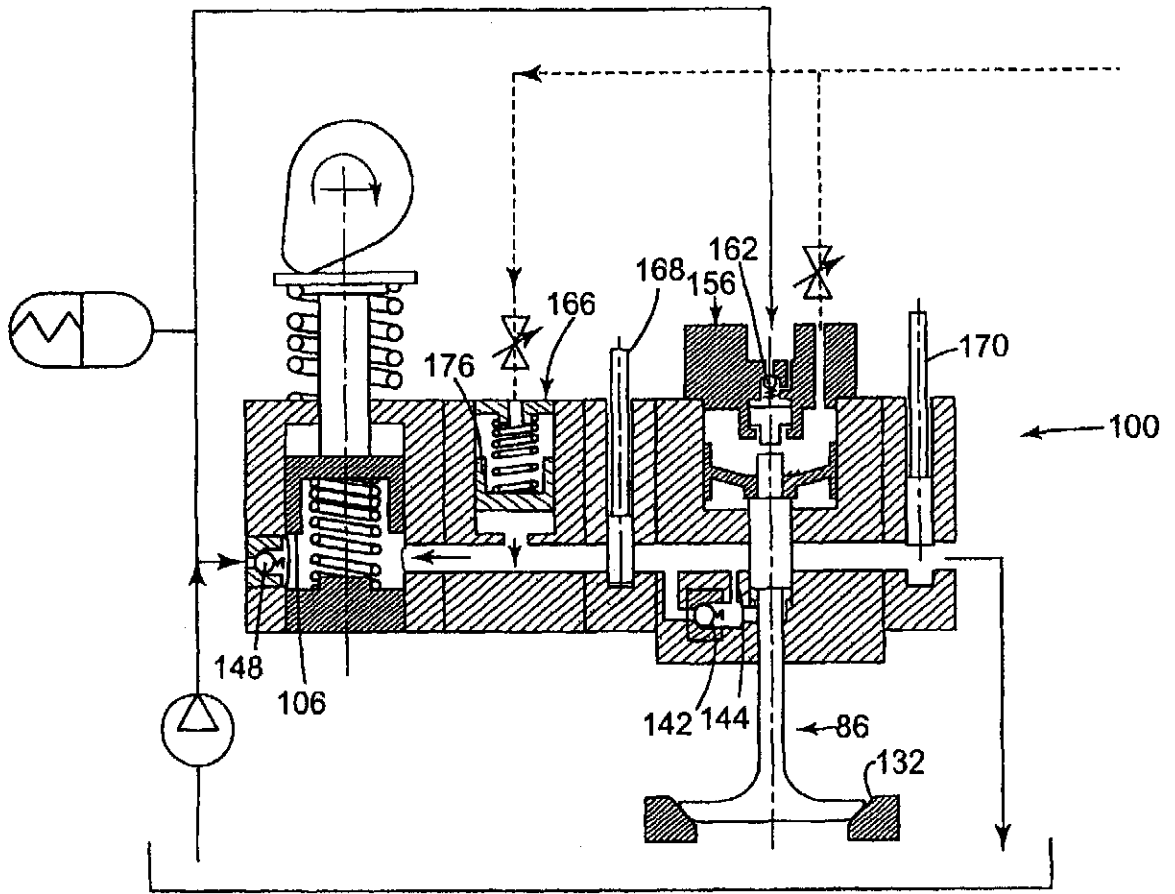
Фиг. 13



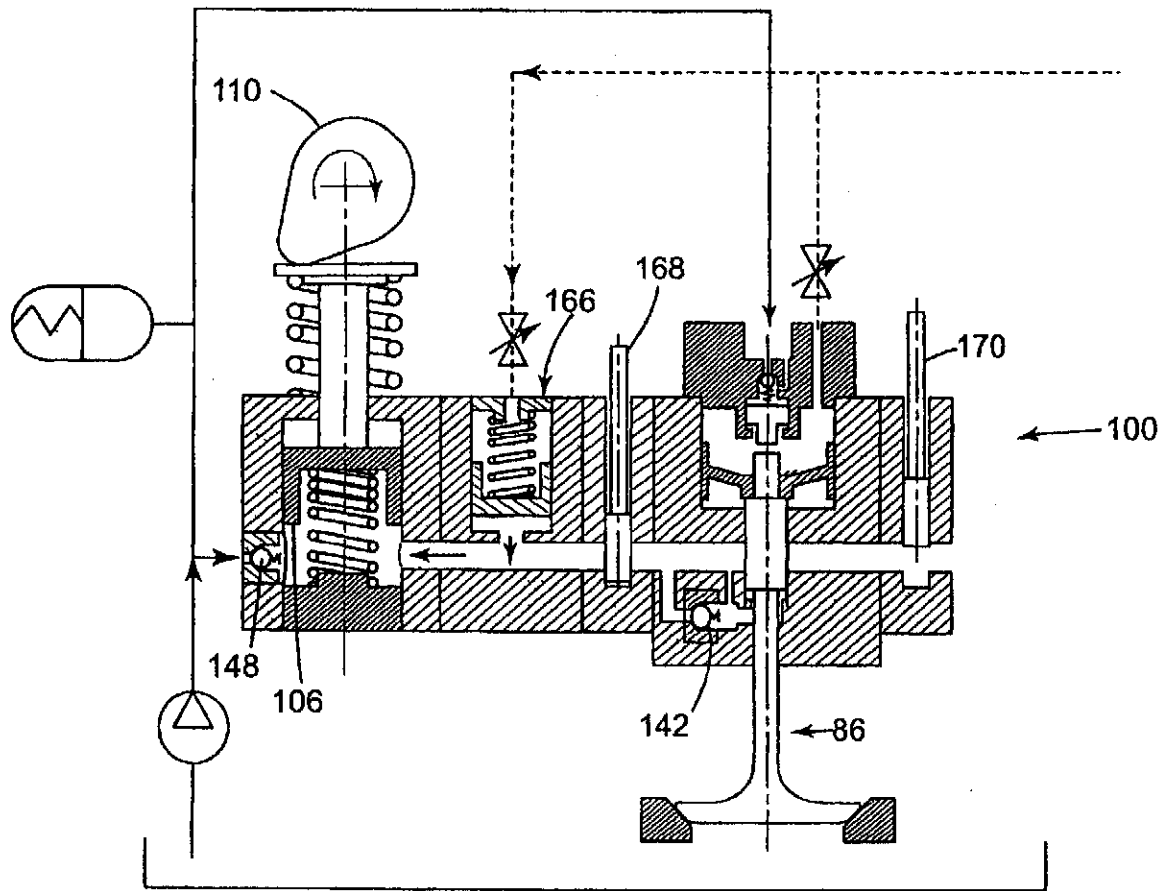
Фиг. 14



Фиг. 15

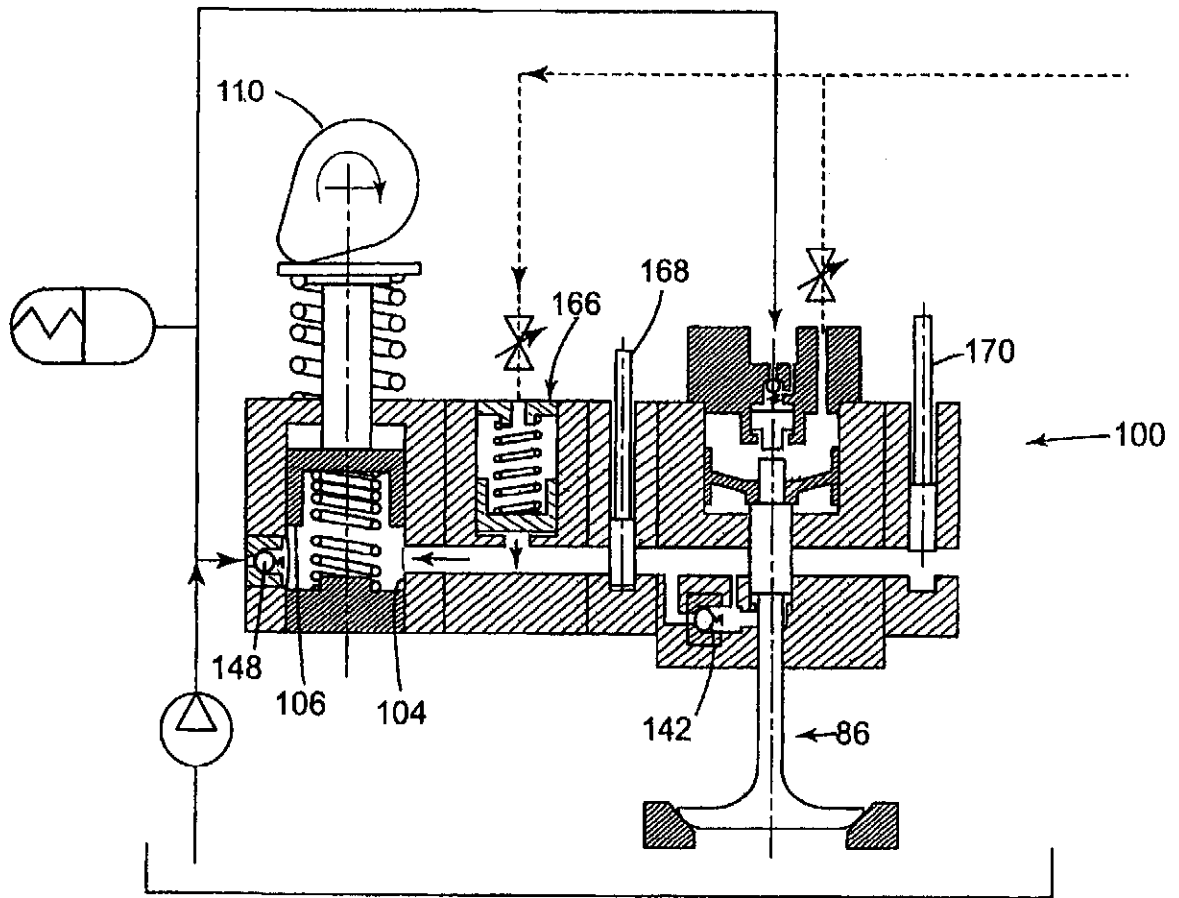


Фиг. 16

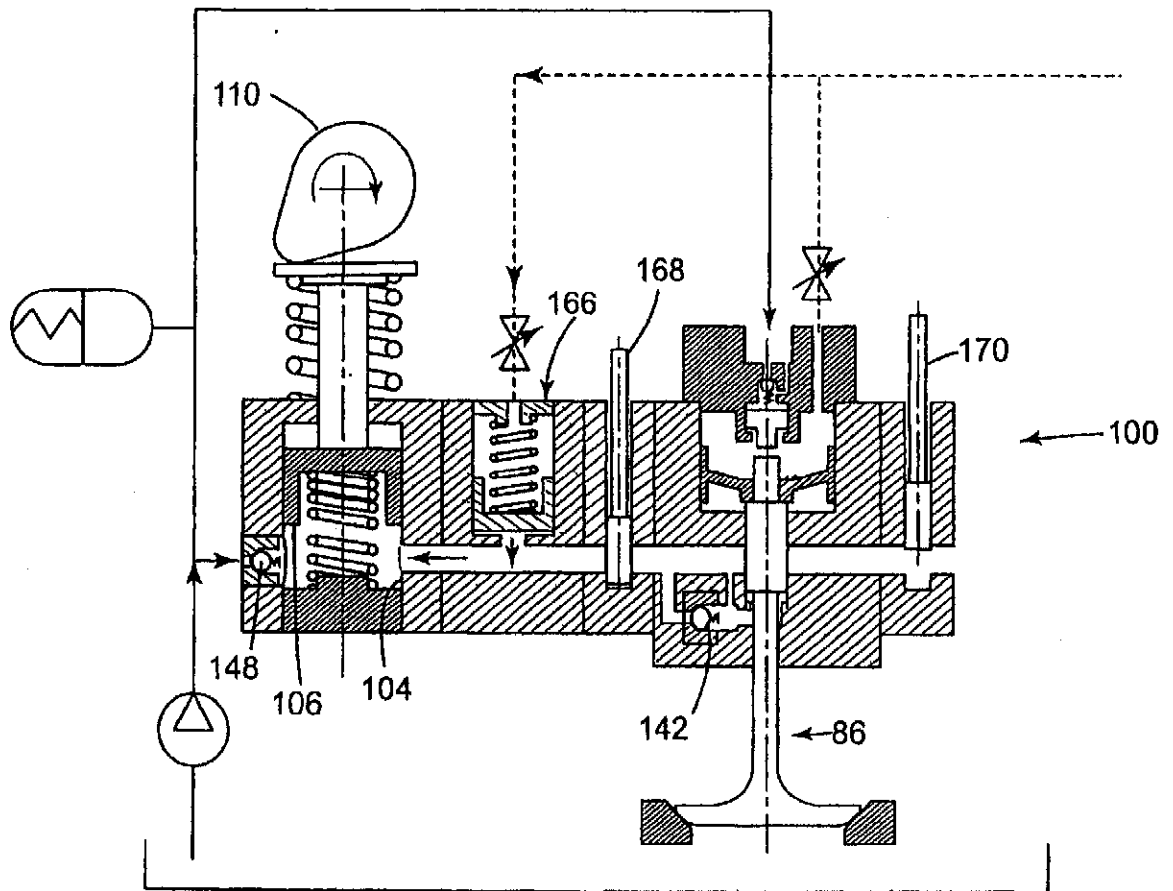


Фиг. 17

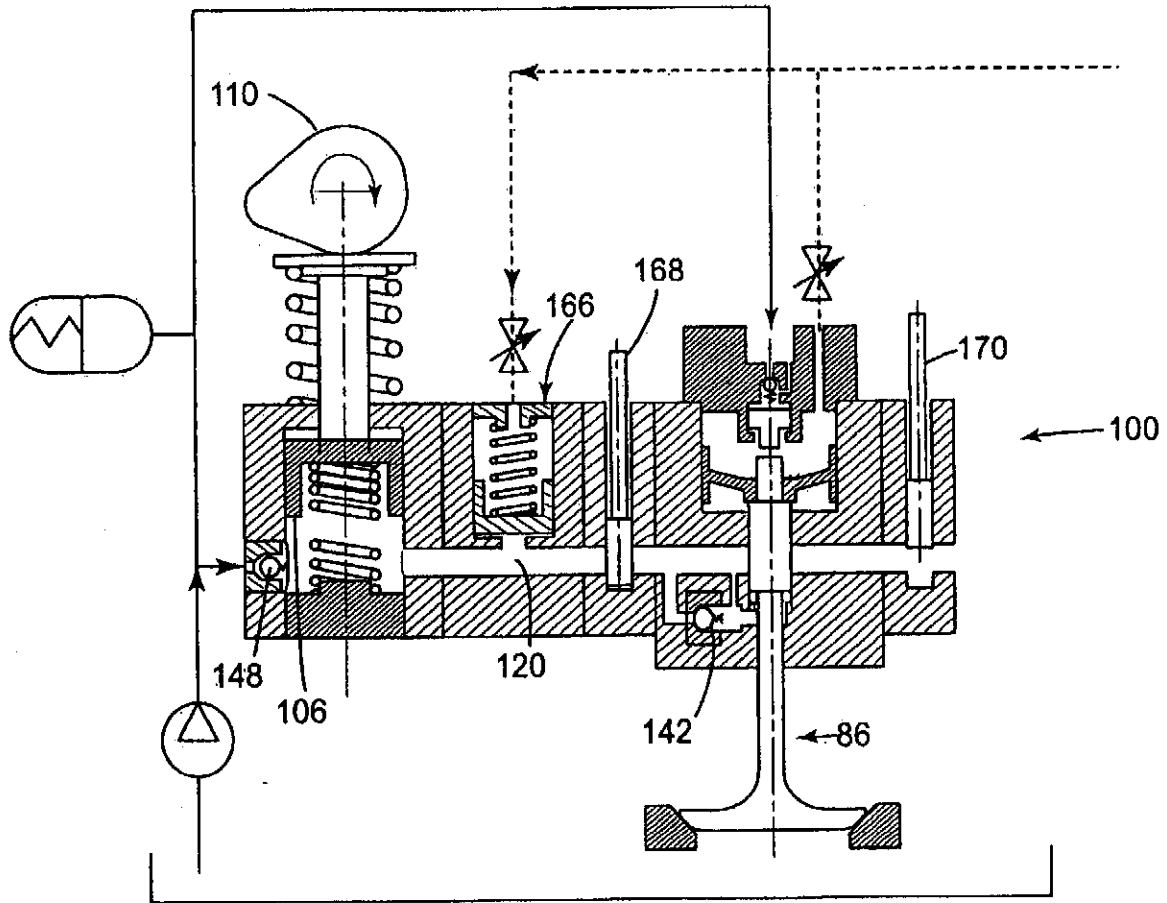




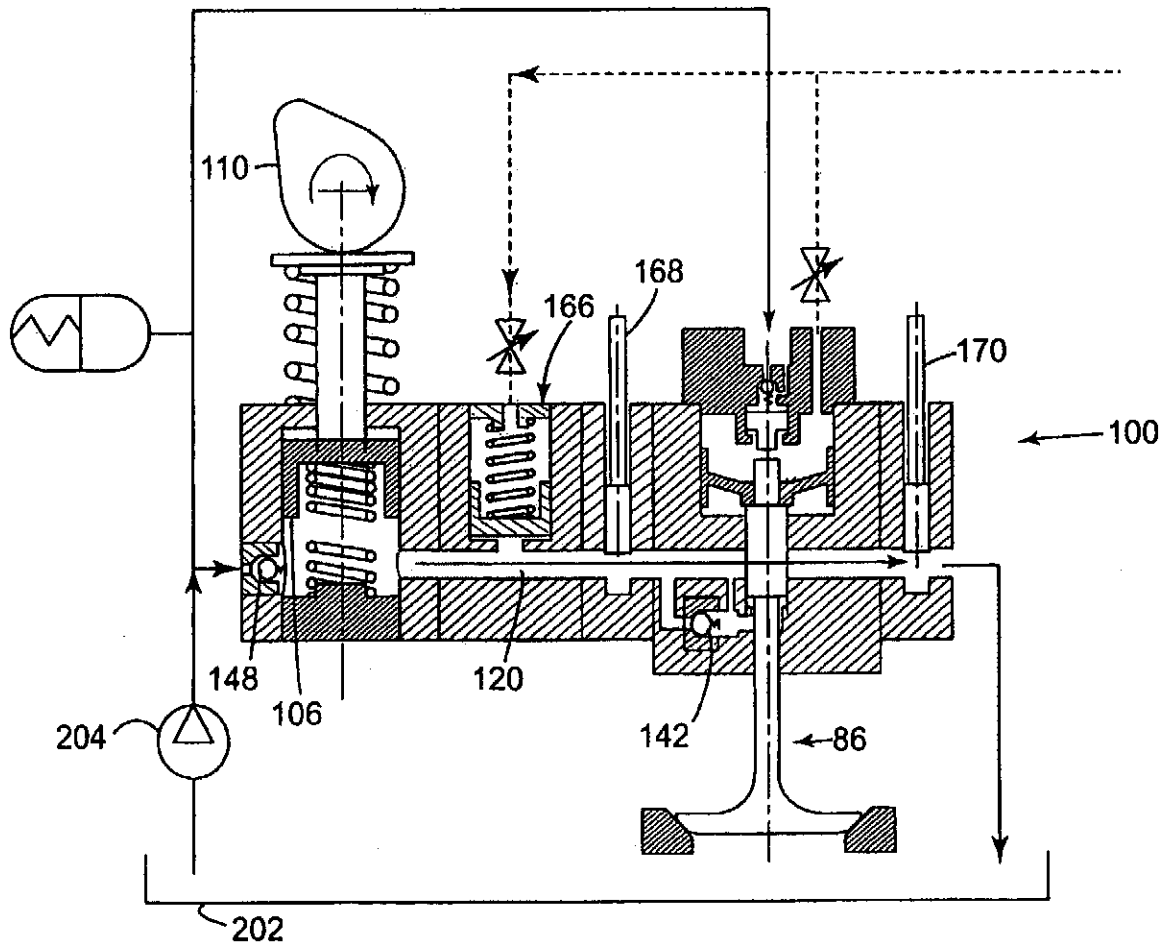
Фиг. 18



Фиг. 19



Фиг. 20



Фиг. 21