



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2009137410/06, 04.10.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.10.2007

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
16.04.2007 US 11/787,295

(43) Дата публикации заявки: 27.05.2011 Бюл. № 15

(45) Опубликовано: 10.01.2012 Бюл. № 1

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 4934652 A, 19.06.1990. US 5193495 A,
16.03.1993. US 5713316 A, 03.02.1998. RU
2004129965 A1, 10.04.2004. SU 415395 A,
21.06.1974.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 16.11.2009(86) Заявка РСТ:
US 2007/021339 (04.10.2007)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2008/130374 (30.10.2008)

Адрес для переписки:

119019, Москва, Гоголевский бульвар, 11, 3-й
этаж, "Гоулингз Интернэшнл Инк."

(72) Автор(ы):

ЛОУ Чжэн (US)

(73) Патентообладатель(и):

СКАДЕРИ ГРУП, ЭлЭлСи (US)

RU 2 4 3 9 3 3 9 C 2

RU 2 4 3 9 3 3 9 C 2

(54) ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ РЕГУЛИРУЕМОГО КЛАПАНА С ПНЕВМОУСИЛИТЕЛЕМ

(57) Реферат:

Изобретение относится к исполнительным механизмам и способу для управления исполнительными механизмами, создающими независимое управление клапаном двигателя внутреннего сгорания с большим начальным усилием или усилием открывания. Исполнительный механизм клапана двигателя содержит приводной механизм, имеющий корпус с продольной осью и первым и вторым направлениями, и механизм включения, вырабатывающий усилие включения по меньшей мере в первом направлении. Имеется

по меньшей мере одна пружина возврата, соединенная с механизмом включения и смещающую механизм включения во втором направлении. Пневмоусилитель соединен с механизмом включения и смещает его в первом направлении, за счет чего приводной механизм повышает усилие в первом направлении. Раскрыты вариант выполнения исполнительного механизма клапана двигателя и способ управления исполнительным механизмом клапаном двигателя. Технический результат заключается в обеспечении высокого начального усилия открытия клапана,

существенного усилия посадки клапана, разумно низкой скорости посадки клапана и высокой скорости срабатывания клапана при

минимальной энергии потребления. 3 н. и 27 з.п. ф-лы, 5 ил.

RU 2439339 C2

RU 2439339 C2

Область применения изобретения

Настоящее изобретение в общем имеет отношение к исполнительным механизмам и соответствующим способам и системам управления такими исполнительными механизмами, а более конкретно к исполнительным механизмам, которые позволяют осуществлять эффективное, быстрое, гибкое управление при больших усилиях открывания.

Предпосылки к созданию изобретения

Четырехтактный двигатель внутреннего сгорания с расщепленным циклом описан в патенте США №6543225. Он содержит по меньшей мере один силовой поршень и соответствующий первый или силовой цилиндр, и по меньшей мере один поршень сжатия и соответствующий второй цилиндр или цилиндр сжатия. Силовой поршень совершает возвратно-поступательное движение в течение рабочего такта и такта выпуска четырехтактного цикла, в то время как поршень сжатия совершает возвратно-поступательное движение в течение такта впуска и такта сжатия. Напорная камера или переходный канал соединяют цилиндр сжатия и силовой цилиндр, причем входной стопорный клапан создает главным образом однонаправленный поток газа из цилиндра сжатия в переходный канал, а выходной или переходный клапан обеспечивает пропускание потока газа между переходным каналом и силовым цилиндром. Двигатель дополнительно содержит впускной клапан и выпускной клапан цилиндра сжатия и силового цилиндра соответственно. Двигатель с расщепленным циклом в соответствии с указанным патентом и другими соответствующими разработками потенциально обладает многочисленными преимуществами в том, что касается топливной экономичности, особенно в том случае, когда он объединен с дополнительным баком для хранения воздуха, имеющим связь с переходным каналом, что позволяет двигателю работать как воздушный гибридный двигатель. По сравнению с электрическим гибридным двигателем воздушный гибридный двигатель потенциально может обладать такими же, если не большими, преимуществами в том, что касается топливной экономичности, при намного меньшей себестоимости и стоимости утилизации отходов.

Для достижения потенциальных преимуществ воздух или топливовоздушная смесь в переходном канале должны поддерживаться при заданном давлении режима воспламенения, например при избыточном давлении около 270 psi (фунт на квадратный дюйм) или 18.6 бар, в течение всего четырехтактного цикла. Давление может быть и более высоким, чтобы получить лучший коэффициент полноты сгорания. Кроме того, промежуток открывания переходного клапана должен быть очень коротким, особенно на средних и высоких скоростях двигателя. Переходный клапан открывается, когда силовой поршень находится в положении верхней мертвой точки (вмт) или поблизости от нее, и закрывается вскоре после этого. Полный промежуток открывания в двигателе с расщепленным циклом может быть таким коротким, как 2 мсек, по сравнению с обычным двигателем, в котором минимальный период составляет от 6 до 8 мсек. Для герметизации высокого давления в переходном канале, практический переходный клапан чаще всего представляет собой тарельчатый клапан с движением открывания наружу (то есть в направлении удаления от силового цилиндра, а не в направлении приближения к нему). Когда клапан закрыт, тарелка или головка клапана прижата к седлу клапана за счет давления в переходном канале. Чтобы открыть клапан, исполнительный механизм должен создать очень большое начальное усилие открывания, чтобы преодолеть силу давления на головку, а также силу инерции. Сила давления резко падает после открывания переходного клапана, за

счет значительного выравнивания давления между переходным каналом и силовым цилиндром. После начала сгорания клапан должен быть возможно быстрее закрыт, чтобы предотвратить распространение горения в переходный канал, что также влечет за собой, в течение некоторого периода горения, необходимость пребывания клапана под давлением силового цилиндра, которое потенциально несколько выше, чем давление переходного канала. Кроме того, переходный клапан необходимо выводить из работы, когда рабочий ход не является активным в некоторых фазах воздушного гибридного цикла. Аналогично клапанам обычных двигателей скорость посадки на седло переходного клапана нужно удерживать в заданных пределах, чтобы снизить шум и обеспечивать соответствующую долговечность.

Подводя итог, можно сказать, что исполнительный механизм переходного клапана должен иметь высокое начальное усилие открывания, существенное усилие посадки, разумно низкую скорость посадки, высокую скорость срабатывания и гибкость синхронизации, при минимальной энергии собственного потребления. Большинство, если не все, систем приведения в действие клапанов обычных двигателей не отвечают этим требованиям.

Сущность изобретения

В соответствии с первым аспектом настоящего изобретения предлагается предпочтительный вариант исполнительного механизма, который содержит приводной механизм, имеющий корпус с продольной осью и первым и вторым направлениями, механизм включения, способный создавать усилие включения по меньшей мере в первом направлении, и стержень, один конец которого соединен по меньшей мере с одной частью механизма включения, а другой конец позволяет осуществлять соединение с нагрузкой, такой как клапан двигателя; по меньшей мере одну пружину возврата, которая соединена со стержнем через узел держателя пружины и смещает стержень во втором направлении; пневмоусилитель, который содержит пневмоцилиндр (и пневмопоршень), причем пневмопоршень соединен со стержнем через узел держателя пружины и смещает стержень в первом направлении, механизм заряда, обеспечивающий регулируемую флюидную связь между пневмоцилиндром и источником газа высокого давления, и механизм стравливания, обеспечивающий регулируемую флюидную связь между пневмоцилиндром и приемником газа низкого давления.

При работе исполнительный механизм удерживает нагрузку в концевом положении второго направления за счет усилия по меньшей мере от одной пружины возврата, смещающего во втором направлении и преодолевающего сумму остальных усилий, в том числе усилия от пневмоусилителя и (инерции) нагрузки, без создания усилия включения в первом направлении от механизма включения, причем пневмоусилитель заряжен через механизм заряда, чтобы создавать значительное усилие в первом направлении и противодействовать значительному усилию нагрузки во втором направлении.

Исполнительный механизм начинает перемещение нагрузки в первом направлении за счет выработки усилия включения в первом направлении от механизма включения, причем объединенные усилие включения и усилие от пневмоусилителя позволяют преодолеть сумму остальных усилий, в том числе усилия по меньшей мере одной пружины возврата и (инерции) нагрузки, и произвести ускорение нагрузки в первом направлении.

Исполнительный механизм продолжает перемещение в первом направлении с усилием включения в первом направлении, пока не будет достигнута заданная

величина хода, и сохраняет усилие включения в первом направлении, если нагрузку необходимо удерживать при заданной величине хода. Исполнительный механизм начинает возвратное перемещение нагрузки во втором направлении, по меньшей мере за счет выключения усилия включения в первом направлении, так что нагрузка ускоряется во втором направлении по меньшей мере за счет пружины возврата.

Исполнительный механизм стравливает избыточный воздух в цилиндр пневмоусилителя через механизм стравливания в течение по меньшей мере части периода времени, указанного в предыдущем параграфе, чтобы снизить усилие от пневмоусилителя, которое в противном случае будет слишком большим для возвратного перемещения нагрузки. Он завершает возвратное перемещение с пониженным усилием от пружины возврата и увеличенным усилием от пневмоусилителя, что помогает снижению скорости нагрузки.

В соответствии с другим вариантом приводной механизм представляет собой флюидный приводной механизм; механизм включения содержит поршень включения, цилиндр включения, первое и второе флюидные пространства, имеющие флюидную связь с первым и вторым портами соответственно; и стержень, который представляет собой шток поршня, эффективно соединенный с поршнем включения и нагрузкой.

В соответствии с еще одним вариантом приводной механизм представляет собой электромагнитный приводной механизм; механизм включения содержит якорь, который расположен в камере якоря, и по меньшей мере первый электромагнит на стороне первого направления камеры якоря, что позволяет ему при подаче напряжения втягивать якорь в первом направлении; и стержень, который представляет собой стержень якоря, эффективно соединенный с якорем и нагрузкой.

В соответствии с еще одним вариантом механизм заряда содержит зарядное отверстие, за счет которого значительно снижается скорость потока заряда. Он также может содержать механизм управления, который главным образом перекрывает поток заряда, по меньшей мере когда механизм стравливания активно стравливает избыточный воздух.

Настоящее изобретение позволяет получить существенные преимущества по сравнению с широко распространенными флюидными исполнительными механизмами и их средствами управления, особенно по сравнению с теми, которые используют для клапана переходного канала двигателя, который нуждается в большом начальном усилии открывания, в существенном усилии посадки, в разумно низкой скорости посадки, в высокой скорости срабатывания и в гибкости синхронизации, при малом собственном потреблении энергии. Пневмоусилитель позволяет создать такое большое начальное усилие без значительного усложнения конструкции, значительного повышения потребляемой энергии или увеличения емкости и расширения функциональных ограничений флюида или электромагнитных исполнительных механизмов, за счет выпуска флюида непосредственно в переходный канал или в бак для хранения воздуха. При наличии механизма заряда усилие нагнетания (повышения давления) можно непосредственно регулировать за счет изменения рабочего давления в переходном канале без использования сложного активного контроля. При наличии механизма стравливания усилие отвода клапана двигателя может быть существенно снижено за счет существенного понижения усилия нагнетания во время обратного хода.

При наличии пневмоусилителя приводной механизм, вне зависимости от того, является ли он флюидным или электромагнитным, позволяет обеспечивать более или менее обычное срабатывание клапана, без конструктивных, функциональных и

ценовых затрат, связанных с большим начальным усилием открывания, что обычно требует использования больших скоростей потока и имеющих большие размеры флюидных приводных механизмов и предельно высокой силы магнитного поля и электрической мощности электромагнитных приводных механизмов.

Указанные ранее другие характеристики и преимущества изобретения будут более ясны из последующего детального описания, приведенного со ссылкой на сопроводительные чертежи.

Краткое описание чертежей

На фиг.1 схематично показан предпочтительный вариант исполнительного механизма клапана двигателя в закрытом состоянии.

На фиг.2 схематично показан другой предпочтительный вариант, в котором изменена конструкция флюидного приводного механизма, узла держателя пружины и пневмоусилителя.

На фиг.3 схематично показан еще один предпочтительный вариант, который содержит трехпутевой пропорциональный клапан и зарядный клапан.

На фиг.4 схематично показан еще один предпочтительный вариант, который содержит четырехпутевой пропорциональный клапан, флюидный приводной механизм с имеющим два конца штоком поршня и пневмоусилителем без механизма стравливания.

На фиг.5 схематично показан еще один предпочтительный вариант, который содержит электромагнитный приводной механизм.

Подробное описание изобретения

Обратимся теперь к рассмотрению фиг.1, на которой показан предпочтительный вариант изобретения, который содержит исполнительный механизм, содержащий флюидный приводной механизм 30, трехпутевой клапан 90 включения, пружину 72 возврата и пневмоусилитель 85. Нагрузкой или адресатом управления исполнительного механизма является клапан 20 двигателя.

Трехпутевой клапан 90 включения подает питание на флюидный приводной механизм 30 через второй порт 62 флюидного приводного механизма 30. Трехпутевой клапан 90 имеет два (из его трех путей), соединенных с флюидной магистралью низкого давления P_L и с флюидной магистралью высокого давления P_H, при этом третий путь соединен со вторым портом 62. Первый порт 60 флюидного приводного механизма 30 имеет флюидную связь непосредственно с флюидной магистралью низкого давления P_L.

При срабатывании трехпутевой клапан 90 переключается в левое положение 92 или в правое положение 94. В левом и правом положениях 92 и 94 второй порт 62 имеет флюидную связь с магистралями P_H и P_L соответственно.

Давление P_H может быть постоянным или может непрерывно изменяться. Когда оно изменяется, оно позволяет учитывать переменность трения в системе, переменность открывания клапана двигателя, переменность воздушного давления, переменность скорости посадки клапана двигателя и т.п. и/или экономить энергию срабатывания, когда это возможно. Давлением P_L может быть просто давление в баке для флюида, атмосферное давление или обратное давление флюидной системы. Обратное давление флюидной системы может просто поддерживаться или регулироваться, например, за счет подпружиненного стопорного клапана, с накопителем или без него. Величина давления P_L преимущественно должна быть возможно ниже, чтобы повысить КПД системы, но при этом должна быть достаточно высокой, чтобы исключить кавитацию флюида. При необходимости может быть

обеспечена герметичность давления P_L. Когда это необходимо и/или допустимо, две P_L магистрали, соединенные с двумя портами 60 и 62, могут выдерживать двойное давление. Например, первый порт 60 может быть просто использован для отвода потока утечки во флюидный бак (на фиг.1 не показан). В этом случае большая часть первого флюидного пространства может быть просто заполнена воздухом вместо рабочей жидкости (при условии, что рабочая жидкость не является воздухом).

Клапан 20 двигателя содержит головку 22 клапана двигателя и шток 24 клапана двигателя. Головка 22 клапана двигателя содержит первую поверхность 28 и вторую поверхность 29, которые в случае двигателя с расщепленным циклом открыты соответственно в переходный канал 110 и в цилиндр 102 двигателя. Клапан 20 двигателя эффективно соединен с флюидным приводным механизмом 30 вдоль продольной оси 116 через шток 24 клапана двигателя, который установлен с возможностью скольжения в направляющей 120 клапана двигателя. Для упрощения понимания, блок (клапанный блок) и продольная ось 116 имеют первое и второе направления, которые совпадают с направлениями вверх и вниз на фиг.1. Направляющая 120 клапана двигателя, показанная на фиг.1, не похожа на традиционную направляющую клапана двигателя, которая обычно представляет собой гильзу с ограниченной толщиной стенки. Направляющая 120 выполнена с возможностью установки в головке 82 цилиндра, над отверстием 83 клапанного блока, которое является достаточно большим для пропускания через него со скольжением головки 22 клапана двигателя при сборке. Это только одна из многих потенциальных возможностей сборки. Это не исключает возможности введения традиционной гильзы внутрь направляющей 120. Направляющая 120 может иметь необходимые каналы для охлаждения и смазки двигателя (на фиг.1 не показаны).

Когда клапан 20 двигателя полностью закрыт, головка 22 клапана двигателя находится в контакте с седлом 26 клапана двигателя, прекращая флюидную связь между переходным каналом 110 и цилиндром 102 двигателя.

Флюидный приводной механизм 30 содержит корпус 70 исполнительного механизма, поршень 40 включения и цилиндр 50 включения. Поршень 40 включения установлен с возможностью скольжения в цилиндре 50 включения. Поршень 40 включения закреплен на штоке 46 поршня между крепежным элементом 45 и заплечиком 49. Поршень 40 включения содержит первую поверхность 42 и вторую поверхность 44 и продольно делит цилиндр 50 включения на первое флюидное пространство 52 (между первым концом 56 цилиндра включения и первой поверхностью 42 поршня включения) и второе флюидное пространство 54 (между второй поверхностью 44 поршня включения и вторым концом 58 цилиндра включения). Радиальные зазоры вокруг поршня 40 включения и штока 46 поршня являются главным образом непроницаемыми, что создает достаточное флюидное уплотнение при допустимом сопротивлении относительному движению.

Второе флюидное пространство 54 имеет флюидную связь со вторым портом 62 через второй канал 64 вокруг шейки 48 штока поршня. Второй канал 64 становится намного уже, когда поршень 40 включения находится поблизости от второго конца 58 цилиндра включения и когда заплечик 49 в продольном направлении приближается ко второму каналу 64 и/или перекрывает его. Второй канал 64, шейка 48 и заплечик 49 обеспечивают по существу открытую флюидную связь между вторым флюидным пространством и вторым портом. Он обеспечивает функцию демпфирования, когда поршень 40 включения находится поблизости от второго конца 58 цилиндра включения. Когда это необходимо, здесь также может быть установлен однопутевой

или стопорный клапан (на фиг.1 не показан), обеспечивающий параллельную, по существу открытую флюидную связь от второго порта 62 во второе флюидное пространство 54.

5 Первое флюидное пространство 52 имеет флюидную связь с первым портом 60 без существенного ограничения потока.

Шток 46 поршня эффективно соединен со штоком 24 клапана двигателя, причем в этом варианте (показанном на фиг.1) шток 46 и шток 24 конструктивно представляют собой одну деталь, что является только одним из конструктивных вариантов.

10 Узел 74 держателя пружины позволяет поддерживать пружину 72 возврата и передавать ее силу (силу сжатия пружины) к штоку 24 клапана двигателя. Пружина 72 возврата, показанная на фиг.1, представляет собой одиночную механическую пружину сжатия. Однако это не исключает использования других конструктивных вариантов, например это может быть пара параллельных пружин сжатия. Пружина 72 15 также может быть выполнена как тарельчатая пружина или воздушная пружина.

Узел 74 держателя пружины содержит первый и второй держатели 78 и 80 пружины и набор держателей 76 клапана. Первый держатель 78 пружины также работает как пневмопоршень (или дублирует его), который установлен с возможностью 20 скольжения внутри пневмоцилиндра 84, в полости в верхней части направляющей 120 клапана двигателя, так что образуется пневмоусилитель 85. Боковые, скользящие стенки первого держателя 78 пружины и стенки пневмоцилиндра 84 позволяют поддерживать воздухонепроницаемое уплотнение при приемлемом уровне трения, с 25 необходимым механизмом смазки и уплотнения (на фиг.1 детали не показаны).

Пружина 72 возврата и пневмоусилитель 85 прикладывают усилия к первому держателю 78 и, следовательно, к штоку 24 клапана двигателя, во втором и первом 30 направлениях соответственно. Таким образом, узел 74 держателя пружины выполнен так, чтобы выдерживать усилия в обоих направлениях. Усилие от пружины 72 возврата приложено к первому держателю 78 пружины и передается через держатели 76 клапана на шток 24 клапана двигателя. Пневматическое усилие от пневмоцилиндра 84 первоначально приложено к первому держателю пружины 78 и передается на шток 24 клапана через средство 81 крепления держателя пружины (детали которого на фиг.1 не показаны), второй держатель 80 пружины и 35 держатели 76 клапана.

Пневмоцилиндр 84 заряжается или снабжается сжатым газом или воздухом из переходного канала 110, от источника газа высокого давления, через механизм заряда, который содержит зарядный канал 112 и зарядное отверстие 86. Зарядное отверстие 86 40 имеет меньшее сечение (является более ограничивающим), чем зарядный канал 112. Канал 112 и отверстие 86 могут быть объединены в один ограничительный длинный проход (на фиг.1 не показан). Отдельная конструкция или наличие зарядного отверстия 86 позволяют облегчить процесс изготовления. Пневмоцилиндр 84 45 специально имеет расширение 118 на своем верхнем участке, так чтобы главным образом воздухонепроницаемое уплотнение между первым держателем 78 и пневмоцилиндром 84 поддерживалось только тогда, когда клапан 20 двигателя находится на седле и прошел заданное расстояние L1 в первом направлении, причем в других случаях имеется существенный зазор или канал стравливания между 50 пневмоцилиндром 84 и первым держателем 78, при этом пневмоцилиндр 84 имеет хорошую флюидную связь с атмосферой или приемником газа низкого давления и все еще имеет ограничительную флюидную связь с переходным каналом 110.

Цилиндр 50 включения имеет достаточную длину, так что поршень 40 включения

не касается первого и второго концов 56 и 58 цилиндра 50, когда нагрузка или клапан 20 двигателя находятся в своих концевых положениях первого направления и второго направления соответственно. Когда клапан 20 двигателя сидит или находится в своем концевом положении второго направления, как это показано на фиг.1, все еще
5 имеется расстояние между второй поверхностью 44 поршня включения и вторым концом 58 цилиндра включения, позволяющее произвести регулировку зазора клапана двигателя. Когда клапан 20 двигателя полностью открыт или находится в своем
10 концевом положении первого направления, приложено достаточное усилие от пружины 72 возврата и/или имеется достаточное пространство в цилиндре 50, чтобы исключить прямой контакт между первой поверхностью 42 поршня включения и первым концом 56 цилиндра включения.

Альтернативно перемещение клапана двигателя может быть ограничено или задано за счет физического контакта между первой поверхностью 42 поршня
15 включения и первым концом 56 цилиндра включения, или между их эквивалентными поверхностями за счет использования необходимых средств демпфирования или регулирования, как это показано далее на фиг.2 и 5.

К головке 22 клапана двигателя обычно приложено давление переходного
20 канала 110 на первой поверхности 28 и давление цилиндра 102 двигателя на второй поверхности 29.

Площадь поперечного сечения первого держателя пружины или пневмопоршня 78 главным образом равна площади поперечного сечения головки клапана двигателя, так что сила воздушного давления на пневмопоршень 78 главным образом
25 компенсирует силу давления на первую поверхность 28 клапана двигателя, когда давление в пневмоцилиндре 84 главным образом равно давлению в переходном канале, за счет флюидной связи через зарядное отверстие 86. Альтернативно площадь поперечного сечения пневмопоршня 78 заметно, но не обязательно существенно
30 отличается от площади поперечного сечения головки 22 клапана двигателя, например может быть меньше или больше ее. Более значительная площадь поперечного сечения пневмопоршня, например, позволяет создать дополнительное усилие открывания клапана двигателя, за счет чего можно создать относительно более компактный флюидный приводной механизм 30.

35 Система также испытывает воздействие различных сил трения, установившихся гидродинамических сил, неустановившихся гидродинамических сил и других сил инерции. Установившиеся гидродинамические силы вызваны перераспределением гидростатического давления за счет изменений скорости потока, то есть за счет
40 эффекта Бернулли. Неустановившиеся гидродинамические силы представляют собой силы инерции флюида. Другие силы инерции получают за счет ускорения других объектов кроме флюида, причем они могут быть значительными в клапанном блоке двигателя по причине большого ускорения или быстрого переключения.

Состояние отключения питания

45 В состоянии отключения питания все источники P_H и P_L подачи флюида находятся в состоянии низкого или нулевого избыточного давления. Полное усилие флюида на поршень 40 включения главным образом равно нулю. Клапан двигателя может сидеть на седле или может быть закрыт при помощи только одной пружины 72
50 возврата. Положение на седле является еще более надежным, если пневмопоршень 78 имеет меньший диаметр, чем головка 22 клапана двигателя, а переходный канал 110 все еще имеет достаточное избыточное давление, особенно в случае воздушных гибридных двигателей с баком хранения воздуха.

В состоянии отключения питания положением по умолчанию срабатывания трехпутевого клапана 90 преимущественно (но не обязательно) является его правое положение 94, как это показано на фиг.1, так что второе флюидное пространство 54 имеет флюидную связь с флюидной магистралью низкого давления P_L и надежно находится под низким или нулевым избыточным давлением, если является важной или критической надежная посадка клапана двигателя. Непосредственно после отключения двигателя флюидная магистраль высокого давления P_H все еще может иметь повышенное давление. При пуске двигателя клапан 20 двигателя может оставаться в закрытом положении без активного переключения клапана 90.

Запуск

Для запуска системы из состояния отключения питания создают повышенное давление во всех источниках подачи флюида и трехпутевой клапан 90 включения переключают, по умолчанию или за счет активного управления, в его правое положение 94, как это показано на фиг.1. Клапан 20 двигателя удерживают, по меньшей мере при помощи пружины 72 возврата, в закрытом положении или в положении на седле, как это показано на фиг.1.

Открывание и закрывание клапана

Для открывания клапана 20 двигателя, трехпутевой клапан 90 включения переключают в его левое положение 92. Второе флюидное пространство 54 открыто для подачи высокого давления P_H через второй механизм течения, в то время как первое флюидное пространство 52 остается открытым для подачи низкого давления P_L. Результирующее усилие за счет перепада давления действует на поршень 40 включения в первом направлении (или вверх на фиг.1), с преодолением сначала силы пружины, управляя открыванием клапана 20 двигателя. В это же время направленная вниз сила за счет перепада воздушного давления, воздействующая на клапан 20 двигателя, главным образом уравновешена за счет направленной вверх силы за счет перепада воздушного давления, воздействующей на пневмопоршень 78, принимая во внимание, что пневмоцилиндр 84 находится под таким же давлением, что и переходный канал 110. В двигателе с расщепленным циклом преобладающей силой, воздействующей на клапан двигателя, является сила воздушного давления из переходного канала 110. Введение пневмопоршня 78 позволяет уравновешивать эту большую силу и противодействовать ей, что в противном случае требует использования очень большого и энергоемкого исполнительного механизма.

Как только клапан 20 двигателя открывается, цилиндр 102 двигателя быстро заполняется и его давление достигает давления переходного канала в течение короткого промежутка времени, намного раньше, чем клапан 20 двигателя проходит среднюю точку такта открывания, что приводит к быстрому исчезновению перепада давления, действующего на поверхности 28 и 29 клапана двигателя. В течение этого короткого промежутка времени давление в пневмоцилиндре 84 и перепад давления, действующий на пневмопоршень 78, быстро падают за счет ограниченного заданного начального объема, за счет быстрого расширения объема, связанного с движением клапана двигателя, за счет ограниченного подсоса воздуха через зарядное отверстие 86 и стравливания воздуха, когда пневмопоршень 78 перемещается вверх на заданное расстояние L1, как это показано на фиг.1, в расширенный верхний участок 118 пневмоцилиндра 84.

В остальной части такта открывания или за пределами расстояния L1 силы воздушного давления, воздействующие на пневмопоршень 78 и клапан 20 двигателя, являются минимальными, и поршень 40 включения продолжает перемещать клапан 20

двигателя в первом направлении (или вверх на фиг.1) с преодолением увеличивающей силы сжатия пружины от пружины 72 возврата, пока клапан двигателя не дойдет до его полностью открытого положения, когда сила сжатия пружины и дифференциальное усилие флюида, воздействующее на поршень 40 включения, будут уравновешены, что является динамическим процессом с некоторым перерегулированием и затухающими колебаниями, принимая во внимание упругую природу массы конструкции. Однако в других предпочтительных вариантах (фиг.2 и 4) могут быть предприняты меры для получения более полного подъема или полного открытого положения.

Клапан 20 двигателя остается открытым до тех пор, пока трехпутевой клапан 90 остается в его левом положении 92. Во время этого периода пневмоцилиндр 84 продолжает принимать небольшой воздушный поток из зарядного отверстия 86 и продолжает стравливать воздух через значительный зазор между пневмопоршнем 78 и верхней, расширенной частью 118 цилиндра. Эти потери энергии продолжают до тех пор, пока пневмопоршень 78 не возвращается назад на нижний участок пневмоцилиндра 84. Однако потери энергии являются минимальными за счет ограничительной природы зарядного отверстия 86 и ограниченного периода открытия клапана двигателя по сравнению с полным термодинамическим циклом.

Для начала закрывания клапана двигателя трехпутевой клапан 90 включения переключают в его правое положение 94 и второе флюидное пространство 54 вновь открывают для подачи флюида низкого давления P_L, что приводит главным образом к равному нулю перепаду давления, приложенному к поршню 40 включения. Возвратная пружина 72 может перемещать клапан 20 двигателя в направлении вниз. Когда пневмопоршень 78 проходит расширенную часть 118 пневмоцилиндра 84, главным образом воздухонепроницаемое уплотнение вновь устанавливается между пневмопоршнем 18 и стенкой пневмоцилиндра 84, и давление в пневмоцилиндре начинает возрастать, в первую очередь за счет уменьшения объема цилиндра, когда клапан 20 двигателя и, следовательно, пневмопоршень 18 движутся вниз. Росту давления также способствует поток через зарядное отверстие 86. Пневмоцилиндр 84 работает как пневматическая пружина, замедляя продвижение клапана 20 двигателя и в конечном счете помогая достигнуть мягкой посадки, когда клапан 20 двигателя доходит до седла 26 клапана двигателя.

В момент посадки клапана двигателя или вскоре после этого давление в цилиндре двигателя мгновенно превышает давление переходного канала, за счет эффекта горения, что приводит к появлению силы переходного перепада давления, в первом направлении или вверх. Предварительный натяг пружины 72 возврата должен удерживать клапан 20 двигателя в положении посадки, с преодолением направленной вверх силы переходного перепада давления, воздействующей на клапан двигателя, а также с преодолением силы давления от пневмоцилиндра 84. Однако в этот момент давление от пневмоцилиндра не равно полному давлению переходного канала. Это сделано преднамеренно для более раннего стравливания через расширенный участок 118 пневмоцилиндра 84 и ограничительное зарядное отверстие 86.

После этого давление в цилиндре двигателя падает ниже давления переходного канала при дальнейшем расширении объема. Давление в пневмоцилиндре дополнительно возрастает за счет ограниченного потока через зарядное отверстие 86 в течение остальной части термодинамического цикла двигателя, что является медленным, но достаточным для подготовки к следующему открыванию клапана двигателя.

На фиг.2 показан альтернативный вариант осуществления изобретения, в котором имеются некоторые изменения в конструкции флюидного приводного механизма 30. Первый механизм течения, который представляет собой средство флюидной связи между первым портом 60 и первым флюидным пространством 52, содержит первое поднутрение 32 и по меньшей мере одну первую канавку 33 демпфирования. Когда первая поверхность 42 поршня включения проходит первое поднутрение 32 продольно в первом направлении во время такта открывания, рабочая жидкость главным образом захватывается в первом флюидном пространстве 52, только с ограниченным выходом по меньшей мере через одну первую канавку 33 демпфирования, что приводит к демпфированию, которое помогает замедлить скорость перемещения и снизить возможные колебания. При необходимости первый конец цилиндра включения может быть продольно выполнен так, чтобы создать надежный упор для первой поверхности 42 поршня включения, за счет чего образуется хорошо заданный подъем клапана двигателя. При необходимости может быть использован стопорный клапан (на фиг.2 не показан) для подачи в одном направлении потока из первого порта 60 в конец первого флюидного пространства 52 во время начальной фазы такта закрывания клапана двигателя, чтобы избежать кавитации.

Аналогично второй механизм течения, который представляет собой средство флюидной связи между вторым портом 62 и вторым флюидным пространством 58, содержит второе поднутрение 34 и по меньшей мере одну вторую канавку 35 демпфирования. Когда вторая поверхность 44 поршня включения проходит второе поднутрение 34 продольно во втором направлении во время такта открывания, рабочая жидкость главным образом захватывается во втором флюидном пространстве 58, только с ограниченным выходом по меньшей мере через одну вторую канавку 35 демпфирования, что приводит к демпфированию, которое помогает замедлить скорость перемещения и получить мягкую посадку клапана 20 двигателя. Желательно оставить заданное продольное расстояние между вторым концом цилиндра включения и второй поверхностью 44 поршня включения, чтобы обеспечить надежный контакт и герметичное уплотнение между головкой 22 клапана двигателя и седлом 26 клапана, когда клапан 20 двигателя сидит на седле, что необходимо выполнять во всех рабочих режимах двигателя и в течение всего срока службы двигателя. При необходимости дополнительное устройство регулировки зазора (на фиг.2 не показано) может быть введено в этот и другие варианты.

Вариант на фиг.2 дополнительно характеризуется изменениями конструкции узла 74 держателя пружины. Второй держатель 80b пружины, вместо первого держателя 78b пружины, работает как пневмопоршень 80 или дублирует его. Он также содержит два набора держателей 76b и 76c клапана. Этот вариант позволяет физически выполнить шток 24 клапана двигателя и шток 46 поршня как две отдельные детали, эффективно соединенные при помощи узла 74b держателя пружины с использованием необходимого крепежного средства 10b или его эквивалента.

Этот вариант также имеет изменения в механизмах заряда и стравливания для пневмоусилителя 85. Он содержит по меньшей мере один дренажный канал 87 вместо расширенной стенки 118 на фиг.1, для пневмоцилиндра 84, чтобы отводить его избыточный газ, когда пневмопоршень 80b поднимается на заданное расстояние L1, как это показано на фиг.2. Дренажные каналы 87 могут быть заполнены пористыми материалами или фильтрами (не показаны), чтобы снизить шум, связанный с процессом стравливания. Для экономии усилий и средств, связанных со сверлением

или отливкой дренажных каналов 87, можно просто сконструировать направляющую 120 клапана двигателя, и, следовательно, пневмоцилиндр 84, до определенной точки, так чтобы пневмопоршень 80b мог выходить из зацепления с пневмоцилиндром 84, когда он доходит до этой точки, что приводит к началу процесса стравливания.

Можно также использовать некоторые заданные изменения (не показанные на фиг.2) в радиальном зазоре между пневмопоршнем 80b и пневмоцилиндром 84. Если принять противоположный подход, то тогда некая диафрагма (не показанная на фиг.2) может быть использована для полной герметизации утечки через радиальный зазор, которая полностью связана по меньшей мере с одним дренажным отверстием 87 или его эквивалентом, для регулировки массы выпускаемого воздуха или газа. Кроме того, при необходимости можно использовать стопорный клапан (не показанный на фиг.2) и управлять его состояниями включения и отключения.

Зарядное отверстие 86b на фиг.2 выполнено регулируемым при помощи механизма управления, который содержит заслонку 89 отверстия и поднутрение 104 стержня, которые не открыты друг к другу, пока клапан 20 двигателя не переместится на заданное расстояние L2 (показанное на фиг.2). Расстояние L2 преимущественно равно расстоянию L1 или короче него, так что поток через зарядное отверстие 86b и, таким образом, процесс зарядки по существу блокируются, когда является активным процесс стравливания через дренажный канал 87 или его эквивалент. Это изменение механизма заряда помогает уменьшить ненужные, однако небольшие, потери энергии.

Обратимся теперь к рассмотрению фиг.3, на которой показан еще один альтернативный вариант изобретения. В этом флюидном приводном механизме 30 пропорциональный или серво трехпутевой клапан 90c использован для регулировки подачи флюида во второе флюидное пространство 54. Сигнал положения клапана двигателя или исполнительного механизма может быть получен при помощи датчика положения (не показанного на фиг.3.). Управление с обратной связью позволяет обеспечить более точный контроль подъема клапана двигателя и управление скоростью посадки. Пропорциональный или сервоклапан 90c может быть приведен в действие непосредственно при помощи различных средств (не показанных на фиг.3), в том числе при помощи соленоидов или других электромагнитных средств, электрогидравлических управляющих клапанов и пьезоэлектрических исполнительных механизмов.

Этот вариант дополнительно содержит зарядный клапан 108, в качестве механизма управления, который вместе с зарядным каналом 112 помогает обеспечивать лучшее регулирование процесса зарядки для пневмоцилиндра 84. Зарядный клапан 108 выполняет по меньшей мере одну из двух основных функций: (1) открывает зарядный канал 112, что позволяет заряжать пневмоцилиндр 84 ранее такта открывания клапана двигателя, и закрывает зарядный канал 112, особенно если ограничительное зарядное отверстие 86 не используют, устраняя или снижая утечку, когда происходит стравливание из пневмоцилиндра 84; (2) полностью закрывает зарядный канал 112, когда двигатель или специфический цилиндр двигателя отключен, как в воздушном гибридном двигателе, что снижает до минимума утечку и сохраняет сжатый воздух в переходном канале и/или в баке для хранения воздуха. Для осуществления первой функции необходим один зарядный клапан 108 для каждого силового цилиндра четырехтактного двигателя с расщепленным циклом, так как каждый силовой цилиндр имеет свою уникальную синхронизацию. Если необходима только вторая функция, то можно использовать только один зарядный клапан 108 для всего

двигателя, когда клапан 108 управляет общим зарядным каналом (не показанным на фиг.3), который может разветвляться на зарядные каналы (не показанные на фиг.3) для индивидуальных силовых цилиндров (не показанных на фиг.3). Кроме того, для осуществления первой функции зарядным клапаном 108 может быть пропорциональный клапан, а не клапан включения и выключения. Если используют пропорциональный клапан в качестве зарядного клапана 108, тогда он может контролировать, например, воздушное давление в пневмоцилиндре 84, для различных функциональных потребностей.

Как это показано на чертежах, зарядный канал 112 соединен с переходным каналом 110. При необходимости он может быть соединен с баком для хранения воздуха (в случае воздушного гибридного двигателя) или с отдельным резервуаром (на чертежах не показан). Отдельный резервуар может иметь свое собственное давление, которое можно регулировать, чтобы помогать оптимизировать процесс зарядки для пневмоцилиндра 84.

Обратимся теперь к рассмотрению фиг.4, на которой показан еще один альтернативный вариант изобретения. В этом случае используют пропорциональный или серво четырехпутевой клапан 90d для управления подачей флюида в оба (первое и второе) флюидные пространства 52 и 54. Этот вариант позволяет создавать активно управляемые усилия включения в обоих (первом и втором) направлениях. Шток 46 поршня может идти продольно через первое флюидное пространство 52, становясь штоком поршня с двумя концами. Чтобы создавать смещенную или асимметричную дифференциальную флюидную силу, два конца штока поршня могут иметь два различных диаметра, причем сторона штока с меньшим диаметром имеет большую площадь поверхности эффективного давления флюида.

Еще одной особенностью этого варианта является отсутствие механизма стравливания. Усилие включения во втором направлении позволяет легко преодолевать высокое усилие воздушного давления от пневмоусилителя 85 во время закрывания клапана двигателя. Исключение механизма стравливания помогает упростить конструкцию пневмоусилителя 85. При отсутствии механизма стравливания или значительной утечки механизм заряда, содержащий зарядное отверстие 86, все еще необходим для компенсации возможных минимальных утечек и для регулировки давления и уровня воздушной массы в пневмоусилителе 85, чтобы учитывать вариации уровня давления в переходном канале или в баке для хранения воздуха. Исполнительный механизм нуждается в более низком усилии нагнетания, например, когда давление в переходном канале пониженное. В этом смысле механизм заряда также имеет функцию уравнивания, что еще более справедливо для пневмоусилителей с механизмом стравливания.

В зависимости от вида применения остальные элементы варианта на фиг.4 могут быть объединены с одним из механизмов стравливания других вариантов (показанных на фиг.1-3), если более низкая сила воздушного давления является предпочтительной для процесса посадки клапана двигателя.

Обратимся теперь к рассмотрению фиг.5, на которой показан еще один альтернативный вариант изобретения, в котором электромагнитный приводной механизм 130 заменяет флюидные приводные механизмы 30, показанные на фиг.1-4. Электромагнитный приводной механизм 130 содержит корпус 132, в котором в направлении сверху вниз расположены первый электромагнит 134, камера 146 якоря и второй электромагнит 136. Первый и второй электромагниты 134 и 136 дополнительно имеют электрические обмотки и наборы пластин, которые не

показаны на фиг.5. Якорь 138 расположен внутри камеры 146 якоря между первым и вторым электромагнитами 34 и 36 и жестко соединен с якорным стержнем 140. Якорный стержень 140 проходит с возможностью скольжения через второй электромагнит 136 и корпус 132 и эффективно соединен со штоком 24 клапана двигателя.

При подаче питания первый и второй электромагниты 134 и 136 притягивают якорь 138 в первом (вверх) и втором (вниз) направлениях соответственно. Первый электромагнит 134 позволяет захватывать якорь 138 и удерживать клапан 20 двигателя открытым при полном подъеме. Для открывания клапана 20 двигателя, когда усилия воздушного давления на клапан 20 двигателя и пневмопоршень 80 главным образом уравновешены, первый электромагнит 134 должен только преодолеть предварительный натяг от пружины 72 возврата, что может быть обеспечено несмотря на высоко нелинейную природу электромагнитной силы, так как полный подъем переходного клапана двигателя и, следовательно, воздушный зазор между якорем 138 и электромагнитом 134 являются малыми. Этому при необходимости может содействовать выполнение пневмопоршня 80 существенно больше, чем головка 22 клапана двигателя, и за счет этого введение дифференциальной силы воздушного давления в первом направлении.

Для закрывания клапана 20 двигателя из положения полного открывания первый электромагнит 134 обесточивают и клапан 20 двигателя толкают вниз за счет силы возврата пружины 72 возврата, при вытягивающем содействии при необходимости находящегося под напряжением второго электромагнита 136. В ходе последней фазы закрывания повышают давление в пневмоцилиндре 86 за счет сокращения объема и возможной зарядки через зарядное отверстие 86b, что способствует торможению клапана 20 двигателя и обеспечению мягкой посадки. Дополнительное торможение может быть достигнуто за счет контролируемой повторной подачи напряжения на первый электромагнит 134, что приводит к созданию желательного тягового усилия в первом направлении, в зависимости от операционной необходимости или наличия сигнала обратной связи.

Тяговое усилие во втором направлении от второго электромагнита 136 также может быть дополнено усилием от пружины 72 возврата, если в других отношениях желателен низкий предварительный натяг пружин, чтобы удерживать клапан 20 двигателя на седле в течение по меньшей мере части процесса сгорания, когда давление в силовом цилиндре 102 существенно превосходит давление в переходном канале 110.

Если пневмоусилитель 85 содержит механизм стравливания, такой как дренажные каналы 87, показанные на фиг.5, тогда второй электромагнит 136 является факультативным и может быть исключен, если пружина 72 возврата и другие соответствующие компоненты позволяют выполнять все необходимые функции.

Второй электромагнит 136, однако, является необходимым, если используют конструкцию пневмоусилителя без механизма стравливания, как это показано на фиг.4. В этом случае, второй электромагнит 136 должен создавать усилие срабатывания во втором направлении, чтобы помогать преодолевать высокое усилие воздушного давления от пневмоусилителя в ходе закрывания клапана двигателя, когда высокое усилие дифференциального воздушного давления (перепада давления воздуха) не воздействует на клапан двигателя, чтобы уравновешивать усилие от пневмоусилителя.

На фиг.1-5 показаны различные варианты пневмоусилителя 85, предназначенного

для преодоления начального усилия давления на первую поверхность 28 клапана двигателя, чтобы открывать клапан двигателя. Кроме того, за счет своего механизма стравливания пневмоусилитель 85 позволяет уменьшить свое усилие давления для закрывания клапана, когда усилие перепада давления на головке клапана двигателя существенно меньше. За счет использования этого пневмоусилителя 85 флюидные приводные механизмы 30 на фиг.1-4 и электромагнитный приводной механизм 130 на фиг.5 могут выполнять менее существенную (less forceful) часть открывания и закрывания клапана двигателя. Эффективная интеграция различных вариантов пневмоусилителя 85 не ограничена описанными выше вариантами флюидного и электромагнитного приводных механизмов 30 и 130. В самом деле, может быть использован любой приводной механизм с достаточным усилием и средствами управления для ускорения, торможения и посадки клапана двигателя, когда большое начальное усилие открывания создается при помощи пневмоусилителя 85.

Во всех описанных здесь выше вариантах каждый из клапанов переключения и/или управления может быть выполнен как одноступенчатый или многоступенчатый клапан. Каждый из клапанов управления может быть линейным (как золотниковый клапан) или поворотным. Каждый из клапанов может быть приведен в действие при помощи электрических, электромагнитных, механических, пьезоэлектрических или флюидных средств.

Использованный здесь термин "флюид" относится как к жидкостям, так и к газам. В некоторых показанных и описанных вариантах флюидом может быть жидкость. В большинстве случаев в пневмоусилителях используют воздух. Кроме того, большинство показанных и описанных вариантов применения изобретения относится к четырехтактному двигателю внутреннего сгорания с расщепленным циклом, однако это не имеет ограничительного характера. Настоящее изобретение может найти применение и в других ситуациях, когда необходимо быстрое управление движением и/или управление с высоким начальным усилием.

Несмотря на то, что были описаны предпочтительные варианты осуществления изобретения, совершенно ясно, что в них специалистами в данной области могут быть внесены изменения и дополнения, которые не выходят однако за рамки формулы изобретения.

Формула изобретения

1. Исполнительный механизм клапана двигателя, который содержит приводной механизм, имеющий корпус с продольной осью и первым и вторым направлениями, и механизм включения, вырабатывающий усилие включения по меньшей мере в первом направлении; по меньшей мере одну пружину возврата, соединенную с механизмом включения и смещающую механизм включения во втором направлении; и пневмоусилитель, соединенный с механизмом включения и смещающий его в первом направлении, за счет чего приводной механизм повышает усилие в первом направлении.

2. Исполнительный механизм по п.1, в котором пневмоусилитель содержит: пневмоцилиндр; пневмопоршень, установленный в пневмоцилиндре с возможностью скольжения по меньшей мере на части его диапазона перемещения; и механизм заряда, позволяющий заряжать пневмоцилиндр и уравнивать его давление сжатым воздухом от источника газа высокого давления в течение по меньшей мере части термодинамического цикла двигателя.

3. Исполнительный механизм по п.2, в котором пневмоусилитель дополнительно

содержит механизм стравливания, чтобы стравливать избыточный воздух из пневмоцилиндра в приемник газа низкого давления в течение по меньшей мере части термодинамического цикла двигателя.

5 4. Исполнительный механизм по п.2, в котором механизм заряда имеет зарядное отверстие, ограничивающее скорость потока заряда.

5 5. Исполнительный механизм по п.2, в котором механизм заряда содержит механизм управления, главным образом для перекрывания потока заряда в течение значительной части периода, когда пневмоцилиндр не имеет своего минимального
10 объема.

6. Исполнительный механизм по п.5, в котором механизм включения соединен через шток с нагрузкой исполнительного механизма; механизм управления механизма заряда содержит заслонку отверстия и поднутрение на штоке; и поток заряда
15 открывается и закрывается, когда заслонка отверстия и поднутрение соответственно перекрываются или выходят из перекрытия.

7. Исполнительный механизм по п.3, в котором механизм стравливания представляет собой по меньшей мере один канал стравливания на стенке
20 пневмоцилиндра, который открывается для поступления сжатого воздуха из пневмоцилиндра, когда пневмопоршень перемещается на заданное расстояние и далее заданного расстояния от исходного начального положения, за счет чего стравливается
избыточный воздух.

8. Исполнительный механизм по п.2, который дополнительно содержит держатель
25 пружины, соединяющий по меньшей мере одну пружину возврата и механизм включения, а также функционирующий как пневмопоршень.

9. Исполнительный механизм по п.1, в котором приводной механизм представляет собой гидравлический или пневматический приводной механизм; механизм включения
30 содержит цилиндр включения, поршень включения, установленный с возможностью скольжения в цилиндре включения и делящий внутренний объем цилиндра включения на первое и второе пространства, шток поршня, соединенный с поршнем включения, и первый и второй порты, имеющие связь с первым и вторым пространствами,
соответственно.

10. Исполнительный механизм по п.9, в котором второй порт поочередно
35 снабжается от магистралей высокого давления и низкого давления через трехпутевой клапан приведения в действие.

11. Исполнительный механизм по п.9, в котором второй порт снабжается через пропорциональный трехпутевой клапан.

40 12. Исполнительный механизм по п.9, в котором первый и второй порты снабжаются через четырехпутевой клапан.

13. Исполнительный механизм по п.9, который дополнительно содержит по
меньшей мере один демпфер, создающий снижение скорости поблизости от конца перемещения механизма включения во втором направлении.

45 14. Исполнительный механизм по п.1, в котором приводной механизм представляет собой электромагнитный приводной механизм; механизм включения содержит камеру якоря, якорь, расположенный в камере якоря, стержень якоря, соединенный с якорем,
и по меньшей мере первый электромагнит на стороне первого направления камеры
50 якоря, позволяющий при подаче питания втягивать якорь в первом направлении.

15. Исполнительный механизм по п.14, который дополнительно содержит второй электромагнит на стороне второго направления камеры якоря, позволяющий при
подаче питания втягивать якорь во втором направлении.

16. Исполнительный механизм клапана двигателя, который содержит приводной механизм, имеющий корпус с продольной осью и первым и вторым направлениями, механизм включения, способный создавать усилие включения по меньшей мере в первом направлении, и стержень, соединенный по меньшей мере с одной частью механизма включения и выполненный с возможностью перемещения вдоль продольной оси; клапан двигателя, соединенный со стержнем через шток клапана двигателя; по меньшей мере одну пружину возврата, которая соединена со штоком клапана двигателя и смещает клапан двигателя во втором направлении; и пневмоусилитель, который соединен со штоком клапана двигателя и смещает клапан двигателя в первом направлении.

17. Исполнительный механизм по п.16, в котором пневмоусилитель содержит пневмоцилиндр; пневмопоршень, установленный в пневмоцилиндре с возможностью скольжения по меньшей мере на части его диапазона перемещения; и механизм заряда, позволяющий заряжать пневмоцилиндр и уравнивать его давление сжатым воздухом от источника высокого давления.

18. Исполнительный механизм клапана двигателя по п.17, который дополнительно содержит механизм стравливания, позволяющий стравливать избыточный воздух из пневмоцилиндра в приемник газа низкого давления во время по меньшей мере части термодинамического цикла двигателя.

19. Исполнительный механизм по п.16, в котором приводной механизм представляет собой гидравлический или пневматический приводной механизм, механизм включения содержит цилиндр включения, поршень включения, установленный с возможностью скольжения в цилиндре включения и делящий внутренний объем цилиндра включения на первое и второе пространства, шток поршня, соединенный с поршнем включения, и первый и второй порты, имеющие связь с указанными первым и вторым пространствами, соответственно.

20. Исполнительный механизм по п.16, в котором приводной механизм представляет собой электромагнитный приводной механизм; механизм включения содержит камеру якоря, якорь, расположенный в камере якоря, стержень якоря, соединенный с якорем, и по меньшей мере первый электромагнит на стороне первого направления камеры якоря, позволяющий при подаче питания втягивать якорь в первом направлении.

21. Исполнительный механизм по п.20, который дополнительно содержит второй электромагнит на стороне второго направления камеры якоря, позволяющий при подаче питания втягивать якорь во втором направлении.

22. Способ управления исполнительным механизмом клапана двигателя, который включает в себя следующие операции:

(а) использование исполнительного механизма, который содержит следующие компоненты:

приводной механизм, который содержит корпус с продольной осью и первым и вторым направлениями,

механизм включения, способный создавать усилие включения по меньшей мере в первом направлении, и

стержень, соединенный на одном конце по меньшей мере с одной частью механизма включения и имеющий другой конец для соединения с нагрузкой исполнительного механизма; по меньшей мере одну пружину возврата, соединенную со стержнем и смещающую стержень во втором направлении; и пневмоусилитель, который содержит пневмоцилиндр, пневмопоршень, соединенный со стержнем и смещающий стержень в

первом направлении, и механизм заряда, позволяющий создать регулируемую гидравлическую или пневматическую связь между пневмоцилиндром и источником газа высокого давления;

5 (b) удержание нагрузки исполнительного механизма в концевом положении второго направления за счет силы по меньшей мере от одной пружины возврата, смещающей во втором направлении и преодолевающей сумму остальных сил, в том числе силы от пневмоусилителя и нагрузки, без создания усилия включения в первом направлении от механизма включения, и при заряде пневмоусилителя через механизм
10 заряда, чтобы создавать силу в первом направлении, чтобы противодействовать силе нагрузки во втором направлении;

(c) иницирование перемещения нагрузки исполнительного механизма в первом направлении за счет создания усилия включения в первом направлении от механизма включения, причем комбинация усилия включения и усилия от пневмоусилителя
15 позволяет преодолеть сумму остальных сил, в том числе силу по меньшей мере одной пружины возврата и силу нагрузки, и создать ускорение нагрузки в первом направлении;

(d) продолжение перемещения в первом направлении за счет усилия включения в первом направлении, по меньшей мере до достижения заданной величины хода;

(e) иницирование обратного перемещения нагрузки исполнительного механизма во втором направлении, по меньшей мере за счет отключения усилия включения в первом направлении, так чтобы нагрузка испытывала ускорение во втором направлении по меньшей мере за счет пружины возврата; и

25 (f) завершение обратного перемещения при снижении силы от пружины возврата и увеличении силы от пневмоусилителя, за счет чего происходит замедление нагрузки.

23. Способ по п.22, в котором пневмоусилитель дополнительно содержит механизм стравливания, за счет чего создается регулируемая связь между пневмоцилиндром и
30 приемником газа низкого давления.

24. Способ по п.23, который дополнительно предусматривает стравливание избыточного воздуха в цилиндр пневмоусилителя через механизм стравливания, в течение по меньшей мере части периода времени после начального перемещения в первом направлении и ранее завершения перемещения во втором направлении, чтобы
35 уменьшить усилие от пневмоусилителя.

25. Способ по п.22, в котором механизм заряда имеет зарядное отверстие, ограничивающее скорость потока заряда.

26. Способ по п.22, в котором механизм заряда содержит механизм управления, за счет которого перекрывается поток заряда в течение значительной части периода
40 времени, когда пневмоцилиндр не имеет своего минимального объема.

27. Способ по п.23, в котором механизм стравливания представляет собой по меньшей мере один канал на стенке пневмоцилиндра, который открывается для поступления сжатого воздуха из пневмоцилиндра, когда пневмопоршень
45 перемещается на заданное расстояние и далее заданного расстояния от начального положения, за счет чего происходит стравливание избыточного воздуха.

28. Способ по п.22, в котором приводной механизм представляет собой гидравлический или пневматический приводной механизм, механизм включения
50 содержит цилиндр включения, поршень включения, установленный с возможностью скольжения в цилиндре включения и делящий внутренний объем цилиндра включения на первое и второе пространства, и первый и второй порты, имеющие связь с первым и вторым пространствами, соответственно; и стержень, который представляет собой

шток поршня, соединенный с поршнем включения.

29. Способ по п.22, в котором приводной механизм представляет собой электромагнитный приводной механизм; механизм включения содержит камеру якоря, якорь, расположенный в камере якоря, и по меньшей мере первый электромагнит на 5 стороне первого направления камеры якоря, позволяющий при подаче питания втягивать якорь в первом направлении; и стержень якоря, соединенный с якорем.

30. Способ по п.29, который дополнительно предусматривает использование второго электромагнита на стороне второго направления камеры якоря, который 10 позволяет при подаче питания втягивать якорь во втором направлении.

15

20

25

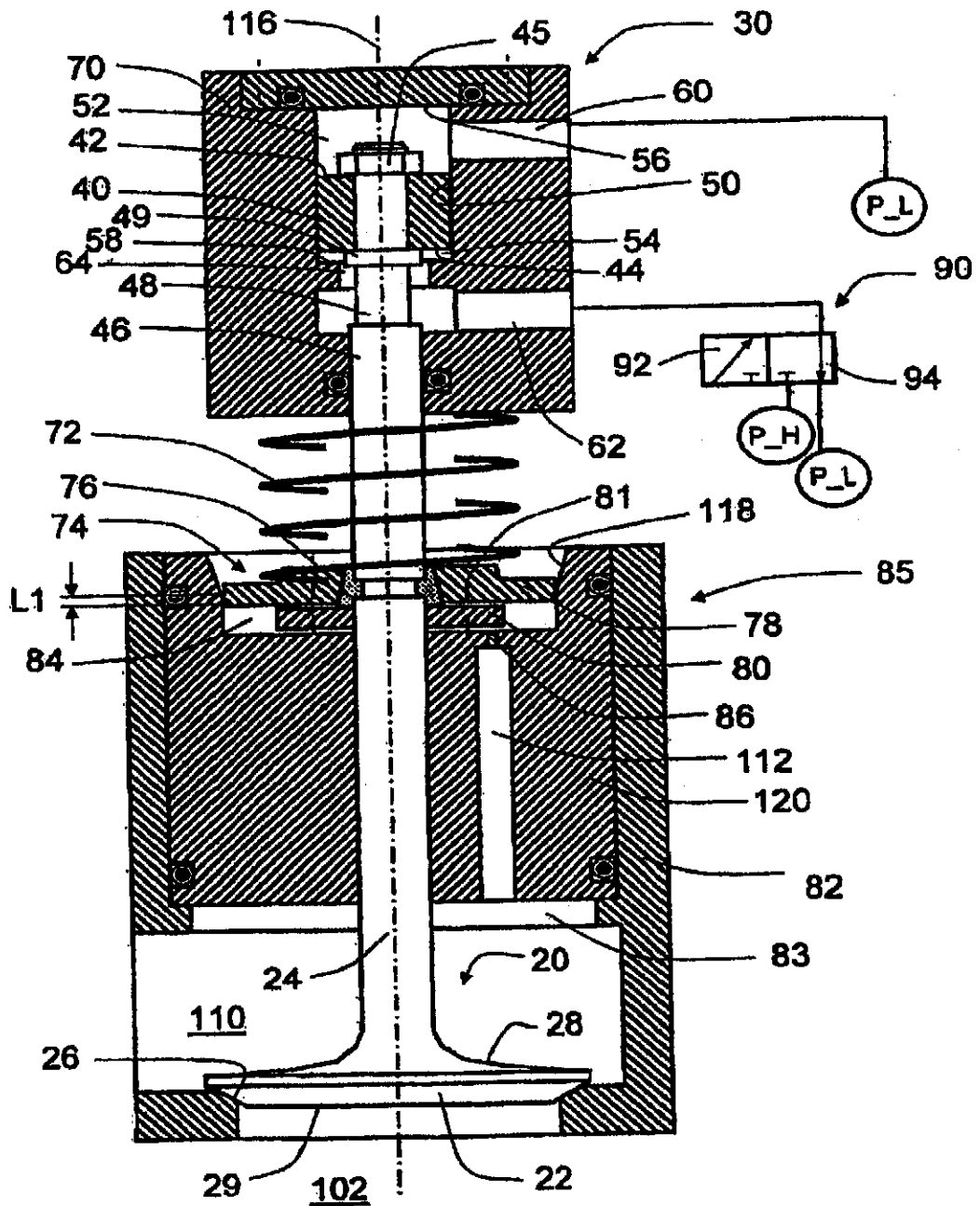
30

35

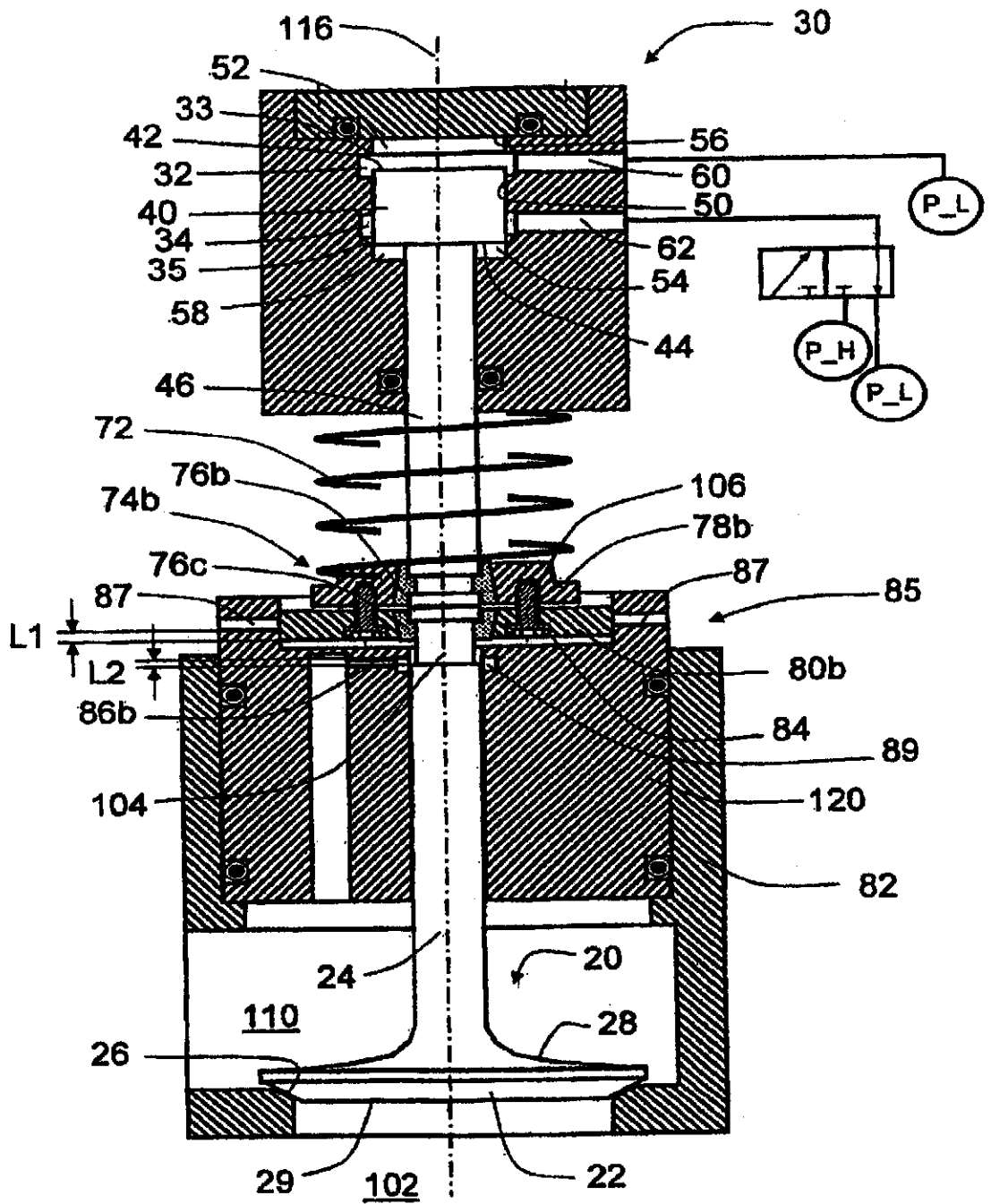
40

45

50



Фиг. 1



Фиг. 2

