



ЕВРАЗИЙСКАЯ ПАТЕНТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЕВРАЗИЙСКОЕ ПАТЕНТНОЕ ВЕДОМСТВО

ЕВРАЗИЙСКИЙ ПАТЕНТ

ЕВРАЗИЙСКИЙ ПАТЕНТ

№ 013720

Название изобретения:

«ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ КЛАПАН И АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ ЭТОГО КЛАПАНА»

Патентовладелец (льцы):

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
"ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАГНИТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И
КОНСУЛЬТАЦИИ" (RU)

Изобретатель (и):

Копелиович Дмитрий Бенедиктович, Малышев Александр Юрьевич,
Мельников Юрий Петрович, Тишин Александр Метталинович (RU)

Заявка №:

200970892

Приоритет изобретения:

Дата подачи заявки:

23 октября 2009 г.

Дата выдачи патента:

30 июня 2010 г.

Настоящим удостоверяется, что евразийский патент выдан на изобретение, изложенное в прилагаемом описании и формуле изобретения.

При уплате установленных годовых пошлин патент действует на территории государств участников Евразийской патентной конвенции – Азербайджанской Республики, Кыргызской Республики, Республики Армения, Республики Беларусь, Республики Казахстан, Республики Молдова, Республики Таджикистан, Российской Федерации, Туркменистана

ГРИГОРЬЕВ Александр Николаевич
Президент Евразийского патентного ведомства



(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11)

013720

(13)

B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации
и выдачи патента: **2010.06.30**

(51) Int. Cl. **F16K 31/08 (2006.01)**
F16K 37/00 (2006.01)

(21) Номер заявки: **200970892**

(22) Дата подачи: **2009.10.23**

(54) ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ КЛАПАН И АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ ЭТОГО КЛАПАНА

(43) **2010.06.30**

(96) **2009000103 (RU) 2009.10.23**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАГНИТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И КОНСУЛЬТАЦИИ" (RU)

(56) **RU-C1-2108479**

GB-A-2104730

RU-C2-2342584

RU-U1-74140

RU-C2-2311698

RU-C1-2055695

RU-C2-2292577

RU-C1-2046613

(72) Изобретатель:

Копелиович Дмитрий Бенедиктович, Малышев Александр Юрьевич, Мельников Юрий Петрович, Тишин Александр Металлинович (RU)

(74) Представитель:

Можайский М.А. (RU)

(57) Изобретение относится к машиностроению, в частности к импульсным электромагнитным клапанам, используемым для запираания магистралей и трубопроводов, и автоматизированным системам на их основе. Предлагаемые клапан и система обладают существенными преимуществами при использовании для запираания газового трубопровода в газовых сетях низкого давления, но их использование этим не ограничено, и они могут быть использованы в самых разных трубопроводах для транспортирования любой текучей среды. Предлагается электромагнитный клапан, включающий электромагнит, катушка которого имеет две секции, и магнитопровод, который окружает катушку, снабжен двумя выступами, выступающими внутрь катушки с двух сторон в осевом направлении, и который служит в качестве корпуса электромагнитного клапана, постоянный магнит, используемый в качестве якоря и закрепленный на расположенном во внутренней полости катушки электромагнита участке подвижного штока, на конце которого закреплен запорный элемент и который установлен в корпусе вдоль оси катушки электромагнита с возможностью перемещения вдоль этой оси между двумя устойчивыми положениями, в которых благодаря подаче на катушку импульса напряжения в соответствии с управляющим сигналом постоянный магнит притянут к одному из двух выступов магнитопровода, а запорный элемент прижат к седлу клапана или отведен от него, отличающийся тем, что на постоянном магните с каждой его стороны в осевом направлении установлен наконечник из магнитомягкого материала, причем при нахождении штока в любом из указанных устойчивых положений между одним из наконечников и соответствующим выступом магнитопровода образован зазор. Также предлагается автоматизированная система на основе этого клапана. Изобретение позволяет обеспечить дистанционное перекрытие магистрали после получения сигнала о состоянии магистрали или окружающей среды при минимальных энергозатратах.

B1**013720****013720****B1**

Область техники

Настоящее изобретение относится к машиностроению, в частности к импульсным электромагнитным клапанам, используемым для запирания магистралей и трубопроводов различного назначения и автоматизированным системам на их основе. Предлагаемые клапан и система обладают существенными преимуществами при использовании для запирания газового трубопровода в газовых сетях низкого давления, но их использование этим не ограничено, и они могут быть использованы в самых разных трубопроводах для транспортирования любой текучей среды.

Уровень техники

Известен электромагнитный клапан с якорем в виде постоянного магнита [патент США на изобретение № 4690371, МПК F16K 31/08], включающий электромагнит, катушка которого имеет две секции, и магнитопровод, окружающий катушку, постоянный магнит с плоскими наконечниками с обеих сторон и запорным элементом на одном из наконечников, используемый в качестве якоря, закрепленный во внутренней полости катушки электромагнита, так что его центр смещен относительно центра катушки, причем направление этого смещения определяет, является ли клапан нормально открытым или нормально закрытым. Этот магнит установлен в корпусе вдоль оси катушки электромагнита с возможностью перемещения вдоль этой оси между двумя положениями благодаря подаче на катушку импульса напряжения для изменения положения клапана.

Однако в данном клапане только одно из положений штока клапана может быть устойчивым без затрат энергии, а для удержания другого положения штока необходимо поддерживать постоянное напряжение. Это является причиной значительных энергозатрат в таком клапане, что не позволяет осуществлять его питание от автономного источника питания приемлемых размеров и мощности. Энергопотребление повышено также из-за того, что при изменении положения клапана усилие, необходимое для преодоления притяжения постоянного магнита и перемещения штока, чрезмерно велико. Кроме того, из-за сквозного хода рабочей среды вдоль внутренних полостей клапана данный клапан не обладает взрывобезопасностью.

Известен также электромагнитный клапан [патент РФ на изобретение № 2342584, МПК F16K 31/06, F16K 31/08], который включает электромагнит, имеющий катушку с сердечником, два постоянных магнита, используемых в качестве якоря и закрепленных с двух сторон от электромагнита на подвижном штоке, на конце которого закреплен запорный элемент и который установлен в корпусе вдоль оси катушки электромагнита с возможностью перемещения вдоль этой оси между двумя устойчивыми положениями, в которых благодаря подаче на катушку импульса напряжения в соответствии с управляющим сигналом один из постоянных магнитов притянут к одному из двух фиксирующих элементов, расположенных у катушки с двух ее сторон, а запорный элемент прижат к седлу клапана или отведен от него, при этом между одним из постоянных магнитов в его крайнем положении и одним из фиксирующих элементов имеется зазор для предотвращения эффекта залипания между обоймой этого магнита и фиксирующим элементом, а между вторым постоянным магнитом в его крайнем положении и другим фиксирующим элементом имеется немагнитная прокладка.

Усилие по перемещению штока при изменении положения клапана снижено. Тем не менее, в результате использования внутреннего магнитопровода в виде сердечника оно остается весьма высоким, вследствие чего энергозатраты остаются повышенными. Кроме того, наличие двух магнитов приводит к усложнению конструкции клапана и увеличению его габаритов.

Часть указанных недостатков решена в электромагнитном клапане [патент РФ на изобретение № 2108479, МПК F02M 51/06, F16K 31/02], являющимся наиболее близким аналогом к заявляемому устройству и включающем электромагнит, катушка которого имеет две секции и магнитопровод, который окружает катушку, который снабжен двумя выступами, выступающими внутрь катушки с двух сторон в осевом направлении и который служит в качестве корпуса электромагнитного клапана, постоянный магнит, используемый в качестве якоря и закрепленный на расположенном во внутренней полости катушки электромагнита участке подвижного штока, на конце которого закреплен запорный элемент и который установлен в корпусе вдоль оси катушки электромагнита с возможностью перемещения вдоль этой оси между двумя устойчивыми положениями, в которых благодаря подаче на катушку импульса напряжения в соответствии с управляющим сигналом постоянный магнит притянут одной из своих плоских граней к одному из двух выступов магнитопровода и находится с ним в контакте, причем один из выступов также является плоским.

Недостатком такого клапана является необходимость дополнительных энергозатрат при работе, а именно при изменении положения клапана вследствие конфигурации составляющих его электромагнитной системы. Таким образом, в качестве источника питания такого клапана по-прежнему не может быть использован автономный источник питания приемлемых размеров и мощности. Также из-за ограничения перемещения штока посредством контакта постоянного магнита с выступами магнитопровода материал магнита может быть поврежден, вследствие чего надежность такого клапана ухудшена.

Сущность изобретения

Задача заявляемого изобретения состоит в разработке электромагнитного клапана, позволяющего осуществлять его функционирование, включающее возможность дистанционного и неэнергоемкого пе-

рключения между его двумя крайними состояниями, в которых потребление энергии отсутствует, которое обеспечивает возможность автономной работы клапана. Задачей изобретения также является разработка автоматизированной системы на основе этого клапана.

Согласно настоящему изобретению этот технический результат достигнут благодаря тому, что в электромагнитном клапане, включающем электромагнит, катушка которого имеет две секции и магнитопровод, который окружает катушку, который снабжен двумя выступами, выступающими внутрь катушки с двух сторон в осевом направлении, и который служит в качестве корпуса электромагнитного клапана, постоянный магнит, используемый в качестве якоря и закрепленный на расположенном во внутренней полости катушки электромагнита участке подвижного штока, на конце которого закреплен запорный элемент и который установлен в корпусе вдоль оси катушки электромагнита с возможностью перемещения вдоль этой оси между двумя устойчивыми положениями, в которых благодаря подаче на катушку импульса напряжения в соответствии с управляющим сигналом постоянный магнит притянут к одному из двух выступов магнитопровода, а запорный элемент прижат к седлу клапана или отведен от него, при подаче на катушку импульса напряжения в соответствии с управляющим сигналом, на постоянном магните с каждой его стороны в осевом направлении установлен наконечник из магнитомягкого материала, причем при нахождении штока в любом из указанных устойчивых положений между одним из наконечников и соответствующим выступом магнитопровода образован зазор.

Наконечники проводят магнитный поток и концентрируют его в зазоре между наконечниками и выступами магнитопровода. Наличие зазора позволяет снизить энергозатраты при необходимости перемещения штока для изменения положения клапана, а также обеспечивает надежную работу электромагнитной системы клапана. Такое решение позволяет существенно снизить энергозатраты при работе клапана, благодаря чему он может работать автономно с питанием, например от стандартной аккумуляторной батарейки малой мощности.

В одном из вариантов реализации зазор между одним из наконечников и соответствующим выступом магнитопровода может быть постоянным. Это позволяет оптимизировать усилие фиксации путем приведения магнитного поля в зазоре к однородной форме.

В одном из вариантов реализации зазор между одним из наконечников и соответствующим выступом магнитопровода может быть выполнен с возможностью регулирования его ширины. Зазор в этом случае позволяет регулировать усилие фиксации штока в крайних положениях для обеспечения оптимальной величины этого усилия с учетом давления рабочей среды.

В предпочтительном варианте реализации наконечники, установленные на постоянном магните, имеют коническую форму, а выступы магнитопровода имеют углубления соответствующей конической формы.

Еще в одном варианте реализации указанный зазор целесообразно обеспечить тем, что расстояние между выступами магнитопровода меньше, чем ход штока.

Еще в одном варианте реализации магнитопровод может содержать кольцо, расположенное между секциями катушки.

Еще в одном варианте реализации предпочтительно, чтобы между постоянным магнитом и катушкой электромагнита имелась неподвижная немагнитная стенка, отделяющая объем, соединенный с перекрываемой запорным элементом магистралью, от катушки электромагнита и от внешней среды.

В предпочтительном варианте реализации постоянный клапан содержит датчик положения указанного штока.

Еще в одном варианте реализации клапан может содержать автономный источник питания.

Еще в одном варианте реализации в качестве управляющего сигнала может быть использован радиосигнал или слаботочный сигнал, поступающий по слаботочной сигнальной линии.

В предпочтительном варианте реализации магнит изготовлен из порошков сплавов на основе редкоземельных металлов (Nd-Fe-B, Sm-Co), в том числе наноструктурированных, по технологии спекания или по технологии магнитопластов.

Еще в одном варианте реализации постоянный магнит может иметь защитное металлическое покрытие, нанесенное гальваническим способом или напылением, покрытие из нитрида металла, нанесенное распылением, защитное наноструктурированное многослойное оксидное покрытие, нанесенное по технологии микродугового оксидирования, полимерное защитное покрытие или комбинированное защитное покрытие, состоящее из металлического, нитридного или оксидного покрытия и полимерного покрытия.

Еще в одном варианте реализации постоянный магнит может содержать зоны, одни из которых намагничены аксиально, а другие намагничены радиально.

Еще в одном варианте реализации постоянный магнит может быть выполнен за одно целое.

Еще в одном варианте реализации предпочтительно, чтобы постоянный магнит был выполнен из частей, каждая из которых содержит одну указанную зону.

В предпочтительном варианте реализации указанные части постоянного магнита выполнены кольцевыми.

Еще в одном варианте реализации постоянный магнит представляет собой магнитопласт.

Еще в одном варианте реализации целесообразно, чтобы кольцевые части постоянного магнита, расположенные вблизи указанного кольца магнитопровода, были намагничены радиально, а кольцевые части постоянного магнита, расположенные вблизи выступов магнитопровода, были намагничены аксиально.

Этот технический результат также достигается благодаря настоящему изобретению, предлагающему автоматизированную систему для управления подачей текучей среды, содержащую указанный клапан и по меньшей мере одно управляющее устройство, выполненное с возможностью отключения и/или включения указанного клапана.

Вследствие использования предлагаемого клапана, функционирующего при наименьших затратах, автоматизированная система также является экономной в данном отношении.

В одном из вариантов реализации управляющее устройство может быть выполнено в виде анализатора, счетчика, таймера или датчика пожарной системы или представляет собой оператора указанной системы.

Еще в одном варианте реализации клапан предпочтительно содержит датчик положения штока, причем система выполнена с возможностью передачи сигнала состояния указанного датчика по меньшей мере одному управляющему устройству.

Еще в одном варианте реализации клапан может содержать преобразователь, выполненный с возможностью преобразования текстового сообщения, поступающего от оператора системы по мобильной сети, в управляющий сигнал, а также преобразования сигнала о состоянии датчика положения клапана и входящих в состав системы управляющих устройств в текстовое сообщение для передачи оператору системы по мобильной сети.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 представлен в разрезе электромагнитный клапан согласно одному из вариантов реализации;

на фиг. 2 схематически показан постоянный магнит электромагнитного клапана согласно одному варианту реализации и силовые линии магнитного поля, создаваемого электромагнитной системой клапана;

на фиг. 3 схематически показан постоянный магнит электромагнитного клапана согласно еще одному из вариантов реализации;

на фиг. 4 показан внешний вид электромагнитного клапана с блоком управления.

Подробное описание изобретения

На фиг. 1 представлен продольный разрез одного из вариантов реализации предлагаемого электромагнитного клапана, предназначенного для запирания газового трубопровода. Клапан включает корпус, в свою очередь включающий кожух 1 с крышкой 3 и основанием 2, соединенным с кожухом посредством резьбового соединения. Основание 2 имеет сквозной канал, в котором расположен подвижной шток 4, выполненный из немагнитного материала, например латуни. На конце 15 штока 4 закреплена запорная тарелка 5, снабженная двумя уплотнениями 21, 22. Тарелка 5 перекрывает седло 5, выполненное в патрубке 7, выполненном с возможностью установки в трубопроводе.

В состав клапана также входит электромагнит, катушка которого состоит из обмоток 11 и 12, которые имеют противоположное друг другу направление намотки, соединены последовательно и отделены друг от друга промежутком в осевом направлении. В качестве магнитопровода электромагнита использован указанный корпус клапана. Кроме того, в состав магнитопровода входит кольцо 8, образующее с указанным корпусом единый магнитомягкий каркас. Магнитопровод окружает катушку и снабжен двумя выступами 17 и 18, выступающими внутрь катушки с двух сторон в осевом направлении, а кольцо 8 расположено между обмотками катушки. Более конкретно выступ 17 является выступом крышки 3, а выступ 18 является выступом основания 2.

На участке штока 4, находящемся во внутренней полости катушки электромагнита, установлен аксиально намагниченный постоянный магнит 9, так что шток 4 пропущен через сквозное отверстие, которое имеется в магните 9. Со стороны конца 14 штока, противоположного концу 15, на котором закреплена тарелка 5, часть штока выполнена с уменьшенным диаметром. Сопряжение частей штока 4, имеющих разные диаметры, выполнено в виде заплечика 16. Магнит 9 с каждой стороны в осевом направлении снабжен наконечниками 10 из магнитомягкого материала, например магнитомягкой стали. Магнит 9 вместе с наконечниками 10, установленный на штоке 4, прижат к заплечику 16 втулкой 13, в свою очередь прижатой гайкой 23, навинченной на конец 14 штока, снабженный резьбой. Между обращенными друг к другу поверхностями наконечников 10 и выступов 17, 18 магнитопровода в крайних положениях штока обеспечен зазор благодаря тому, что расстояние между этими выступами больше, чем ход штока. Ход штока ограничен в одном направлении упором тарелки 5 в седло 6, а в другом направлении упором тарелки 5 в торец основания 2, противоположный выступу 18, при этом уплотнения 21 и 22 тарелки служат также для нейтрализации усилия, с которым тарелка 5 взаимодействует с седлом 6 и нижней частью основания 2 при перемещении штока. Наконечники имеют форму, соответствующую профилям выступов 17, 18, поэтому зазор между наконечниками 10 и этими выступами является постоянным. В данном варианте реализации форма поверхностей наконечников, обращенной к выступам, является конической,

однако, она может быть, например, плоской, сферической или гиперболической. Клапан также оборудован датчиком положения штока, выполненным в виде оптодатчика 19, например лазерного. Оптодатчик 19 расположен над штоком 4 и защищен накладкой 20 из пластика. Указанный датчик положения позволяет отслеживать не только два крайних положения штока клапана, но и его промежуточные положения.

Постоянный магнит 9 изготовлен из порошков сплавов на основе редкоземельных металлов (Nd-Fe-B, Sm-Co), в т.ч. наноструктурированных, по технологии спекания или по технологии магнитопластов, и имеет защитное металлическое покрытие, нанесенное гальваническим способом или напылением. Магнит также может иметь покрытие из нитрида металла, нанесенное распылением, или защитное наноструктурированное многослойное оксидное покрытие, нанесенное по технологии микродугового оксидирования, полимерное защитное покрытие или комбинированное защитное покрытие, состоящее из металлического, нитридного или оксидного покрытия и полимерного покрытия.

В этом варианте реализации клапан содержит автономный источник питания (не показан) и управляется дистанционно, что может осуществляться посредством любого известного для специалиста способа, например посредством радиосигналов, слаботочных сигналов, поступающих по слаботочной сигнальной линии, мобильных сигналов по системе мобильной связи или модемных сигналов по модемной связи. Для обеспечения автономности клапана, например при его использовании в газовых сетях низкого давления, магнитная энергия постоянного магнита должна быть не менее 100 мДж. Учитывая, что в данном варианте реализации масса постоянного магнита не превышает 4 г, максимальное энергетическое произведение должно быть не менее 200 кДж/м³.

Однако клапан может быть подключен и к внешнему источнику питания, а также может позволять осуществлять ручное перемещение штока в одну из сторон или в обе стороны посредством, например, толкателя с кнопкой (на чертеже не показан).

Взрывобезопасность клапана достигается благодаря тому, что в клапане обмотки 11, 12 электромагнита отделены от полости, в которой расположен на штоке 4 постоянный магнит 9 и в которую может попасть газ, немагнитной стенкой, выполненной, например, из нержавеющей стали, латуни, сплава алюминия, сплава титана или пластика, установленной в корпусе. Таким образом, в конструкции клапана предусмотрена изоляция объема с газом от полостей корпуса клапана, в которых среди прочего размещены обмотки электромагнита.

На фиг. 2 показан постоянный магнит электромагнитного клапана согласно одному варианту реализации и силовые линии магнитного поля, создаваемого электромагнитной системой клапана, части клапана обозначены соответствующими номерами позиций. Как видно из фиг. 2, постоянный магнит выполнен из нескольких кольцевых частей 101, 102, 103, соединенных между собой, например, клеем, или зафиксированных благодаря зажимающему усилию, созданному между втулкой 13 и заплечиком 16. В последнем случае зазоры между частями 102, 103 заполнены магнитопроводящим компаундом, например клеем с наполнителем из мелкодисперсного железа. Часть 101 намагничена аксиально, а части 101, 102 намагничены радиально, что показано стрелками. Таким образом, направление вектора намагниченности постоянного магнита в каждой точке приближено к направлению поля, создаваемого катушкой электромагнита и магнитопроводом, силовые линии этого поля показаны на фиг. 1. Благодаря этому увеличена сила воздействия на постоянный магнит со стороны поля, создаваемого катушкой в момент переключения клапана. В данном варианте реализации благодаря такой конструкции эта сила при прочих равных параметрах увеличена на 10-20%.

На фиг. 3 показан постоянный магнит электромагнитного клапана согласно еще одному из вариантов реализации, в котором постоянный магнит выполнен из большего количества кольцевых частей, имеющих намагниченность, показанную стрелками, соответствующую полю, создаваемому катушкой электромагнита и магнитопроводом. Вблизи кольца 8 магнитопровода направление этого поля в основном радиальное, а вблизи выступов 17, 18 магнитопровода оно в основном аксиальное, что определяет намагниченность этих кольцевых частей.

Постоянный магнит также может включать части, выполненные за одно целое и имеющие конфигурацию и структуру намагниченности, аналогичную описанную со ссылками на фиг. 2 или 3. Этого можно добиться, используя в качестве магнита, например, магнитопласт, путем его формирования способом, известным специалистам.

При работе клапан установлен в трубопроводе и снабжен блоком электронного управления. В открытом (см. фиг. 1) и закрытом рабочих состояниях клапана энергопотребление отсутствует. В открытом состоянии магнит 9 находится вблизи выступа 17 и притянут к нему, так что шток находится в положении, в котором тарелка 5 отведена от седла 6. Для перевода клапана в закрытое состояние подают импульс напряжения прямой полярности на обмотку электромагнита. Указанный импульс вырабатывается блоком электронного управления при поступлении на него внешних управляющих сигналов. Для уменьшения энергопотребления подбирают амплитуду и длительность импульса, достаточные для осуществления переключения. При этом возникает направленный магнитный поток, сила которого перемещает магнит 9 в сторону выступа 18, и шток 4 прижимает тарелку 5 к седлу 6, обеспечивая, таким образом, перекрытие хода газа через запорный узел.

Для перевода клапана в открытое состояние на обмотку электромагнита подают импульс напряже-

ния обратной полярности. В результате этого магнит 9 перемещается в сторону выступа 17 и притягивается к нему, так что шток отводит тарелку 5 от седла 6.

Магнит 9 и наконечники 10 представляют собой единый узел, поскольку наконечники 10 могут рассматриваться как продолжения полюсов магнита 9. Кольцо 8 позволяет увеличить силу магнитного потока примерно в два раза, поскольку оно повышает концентрацию магнитного потока, создаваемого катушкой, в области постоянного магнита как вблизи кольца 8, так и вблизи выступов 17, 18 магнитопровода, при этом увеличивая значение градиента поля, которое определяет силу отталкивания постоянного магнита от выступов 17, 18. Таким образом, это способствует уменьшению энергозатрат и использованию магнитных элементов меньшего размера.

Усилие фиксации штока в крайних положениях можно регулировать за счет формы выступов 17, 18 магнитопровода и наконечников 10. Указанная для данного варианта реализации коническая форма наконечников 10 и этих выступов, по сравнению с плоской формой, обеспечивает менее резкое изменение зазора между наконечниками и выступами и, соответственно, менее резкое изменение усилия на магните в зависимости от его положения, что снижает требования к точности начального позиционирования. Более того, по сравнению с плоской формой и при одинаковом зазоре между наконечниками постоянного магнита и выступами магнитопровода, коническая форма позволяет увеличить усилие фиксации штока в крайних положениях в более чем два раза. При этом благодаря указанной конфигурации электромагнитной системы клапана сила магнитного потока в промежуточных положениях имеет меньшую величину, чем в крайних положениях, что также уменьшает энергозатраты.

На фиг. 4 показан внешний вид электромагнитного клапана с блоком управления, клапан соединен с патрубком 7. На фиг. 4 крышка электронного блока 25 снята. Блок 25 содержит блок управления 24 и электромагнитную систему 26 клапана. Для обеспечения условий взрывобезопасности при сборке клапана проводят ограничение токов и заливку электронной схемы блока управления, а также герметизацию корпуса клапана.

Блок управления клапана включает микроконтроллер, датчик состояния, преобразователь напряжения, схему электронных ключей и накопительный элемент, который в данном варианте реализации является конденсатором. В режиме ожидания электронная схема блока находится в режиме пониженного энергопотребления, в этом варианте реализации потребляет 3 мкА. Микроконтроллер имеет три входа управления клапаном: "открыть", "закрыть" (потенциальные типы входа) и релейный вход. Последний вход предназначен для управления клапаном от сигнализаторов, например газоанализаторов, имеющих релейные выходы. Помимо перечисленного клапан может быть оснащен различными входами: входом типа токовой петли, оптопарой, логическими интерфейсами (например, RS232, RS 485) и др. При наличии сигнала на одном из своих входов микроконтроллер производит опрос состояния входов и вырабатывает сигнал с командой на преобразователь напряжения и накопительный элемент о подготовке импульса тока. Примерно через 3 с после достижения на накопительном элементе заданного напряжения, которое в этом варианте реализации равно 8 В, подается команда на схему ключей, выполненную с возможностью направления импульса напряжения, в соответствии с полученным сигналом, и накопительный элемент производит импульс тока через обмотки электромагнита. Далее микроконтроллер подает напряжение на датчик состояния и считывает его показание, при этом сигнал о состоянии клапана выводится на выходы схемы, к которым могут быть подключены светодиоды для индикации этого состояния. В режиме ожидания накопительный элемент электрически нейтрален, и заряд на нем начинает накапливаться только после получения команды на изменение состояния клапана. Таким образом, в режиме ожидания утечки с накопительного элемента отсутствуют.

Предлагаемый электромагнитный клапан может использоваться в составе автоматизированных систем, которые также включают управляющие устройства, и в которых осуществляется сбор данных и управление работой клапана. Управляющие устройства могут представлять собой анализаторы (например, газоанализаторы), счетчики, таймеры, датчики (например, датчики пожарной системы или датчики системы охраны от проникновения внутрь системы). Возможно также ручное управление, осуществляемое оператором с пульта управления. Система может осуществлять передачу сигнала состояния от датчика положения штока клапана управляющим устройствам.

Автоматизированные системы могут представлять собой простые системы безопасности или сложные системы учета газа, электроэнергии, воды, тепла, в т.ч. с обратной связью от оператора.

Например, возможна автоматизированная система безопасности, включающая газосигнализатор и клапан, в которой при определении концентрации газа в помещении клапан перекрывает магистраль и открывает ее при отсутствии газа в атмосфере. В качестве газосигнализатора может быть, например, использован датчик газа на основе гетероструктур с повышенной чувствительностью и избирательностью [Плешков А.П. Электрофизические свойства плёнок SnO_2 и гетероструктур $\text{n-SnO}_2/\text{p-Si}$. Автореферат дисс. к.ф.-м.н., Воронежский государственный технический университет, Воронеж, 2007]. Также в качестве датчика может быть использован инфракрасно-оптический датчик взрывоопасных газов, имеющий минимальное энергопотребление среди газосигнализаторов, что позволяет его включать в состав автономной системы безопасности.

Также возможна система, включающая счетчик и клапан, в которой клапан перекрывает клапан при

превышении лимита потребления, и система, включающая таймер и клапан, в которой магистраль перекрывается, например, в определенное время суток.

Помимо самого клапана система может включать большое количество управляющих устройств, например сигнализатор, счетчик, таймер, датчик пожарной системы; в такой системе магистраль перекрывается и открывается по управляющим сигналам от соответствующих управляющих устройств.

Сложная автоматизированная система может включать клапан, сигнализатор, радиоканал, сеть сбора данных и оператора системы. Например, возможна система, включающая клапан, сигнализатор, модем, и оператора, который может представлять собой хозяина квартиры, находящегося на удалении от своей квартиры, но имеющего возможность получать информацию и посылать управляющие сигналы посредством модемной связи.

В автоматизированной системе также возможно наличие преобразователя, позволяющего в случае поступления по мобильной сети от оператора системы сигнала в виде текстового сообщения преобразовать этот сигнал в форму управляющего сигнала, который открывает или закрывает клапан. Этот преобразователь также может преобразовать сигнал с информацией о состоянии датчика положения клапана и управляющих устройств в составе системы в сигнал, представляющий текстовое сообщение, понятное оператору системы, для его передачи этому оператору по мобильной сети.

Необходимо отметить, что варианты реализации изобретения, приведённые в настоящем описании, служат лишь в качестве примера и не имеют целью ограничить объём изобретения. Сущность и объём настоящего изобретения всецело определены нижеследующей формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Электромагнитный клапан, включающий электромагнит, катушка которого имеет две секции, и магнитопровод, который окружает катушку, снабжен двумя выступами, выступающими внутрь катушки с двух сторон в осевом направлении, и который служит в качестве корпуса электромагнитного клапана, постоянный магнит, используемый в качестве якоря и закрепленный на расположенном во внутренней полости катушки электромагнита участке подвижного штока, на конце которого закреплен запорный элемент и который установлен в корпусе вдоль оси катушки электромагнита с возможностью перемещения вдоль этой оси между двумя устойчивыми положениями, в которых благодаря подаче на катушку импульса напряжения в соответствии с управляющим сигналом постоянный магнит притянут к одному из двух выступов магнитопровода, а запорный элемент прижат к седлу клапана или отведен от него, отличающийся тем, что на постоянном магните с каждой его стороны в осевом направлении установлен наконечник из магнитомягкого материала, причем при нахождении штока в любом из указанных устойчивых положений между одним из наконечников и соответствующим выступом магнитопровода образован зазор.

2. Клапан по п.1, отличающийся тем, что указанный зазор является постоянным.

3. Клапан по п.1, отличающийся тем, что указанный зазор выполнен с возможностью регулирования его ширины.

4. Клапан по п.1 или 2, отличающийся тем, что наконечники, установленные на постоянном магните, имеют коническую форму, а выступы магнитопровода имеют углубления соответствующей конической формы.

5. Клапан по п.1, отличающийся тем, что указанный зазор обеспечен тем, что расстояние между выступами магнитопровода меньше, чем ход штока.

6. Клапан по п.1, отличающийся тем, что магнитопровод содержит кольцо, расположенное между секциями катушки.

7. Клапан по п.1, отличающийся тем, что между постоянным магнитом и катушкой электромагнита имеется неподвижная немагнитная стенка, отделяющая объем, соединенный с перекрываемой запорным элементом магистралью, от катушки электромагнита и от внешней среды.

8. Клапан по п.1, отличающийся тем, что он содержит датчик положения указанного штока.

9. Клапан по п.1, отличающийся тем, что он содержит автономный источник питания.

10. Клапан по п.1, отличающийся тем, что в качестве управляющего сигнала использован радиосигнал или слаботочный сигнал, поступающий по слаботочной сигнальной линии.

11. Клапан по п.6, отличающийся тем, что постоянный магнит изготовлен из порошков сплавов на основе редкоземельных металлов (Nd-Fe-B, Sm-Co), в том числе наноструктурированных, по технологии спекания или по технологии магнитопластов.

12. Клапан по п.1, отличающийся тем, что постоянный магнит имеет защитное металлическое покрытие, нанесённое гальваническим способом или напылением, покрытие из нитрида металла, нанесённое распылением, защитное наноструктурированное многослойное оксидное покрытие, нанесённое по технологии микродугового оксидирования, полимерное защитное покрытие или комбинированное защитное покрытие, включающее металлическое, нитридное или оксидное покрытие и полимерное покрытие.

13. Клапан по п.1 или 6, отличающийся тем, что постоянный магнит содержит зоны, одни из кото-

рых намагничены аксиально, а другие намагничены радиально.

14. Клапан по п.13, отличающийся тем, что постоянный магнит выполнен за одно целое.

15. Клапан по п.13, отличающийся тем, что постоянный магнит выполнен из частей, каждая из которых содержит одну указанную зону.

16. Клапан по п.15, отличающийся тем, что указанные части постоянного магнита выполнены кольцевыми.

17. Клапан по п.14, отличающийся тем, что постоянный магнит представляет собой магнитопласт.

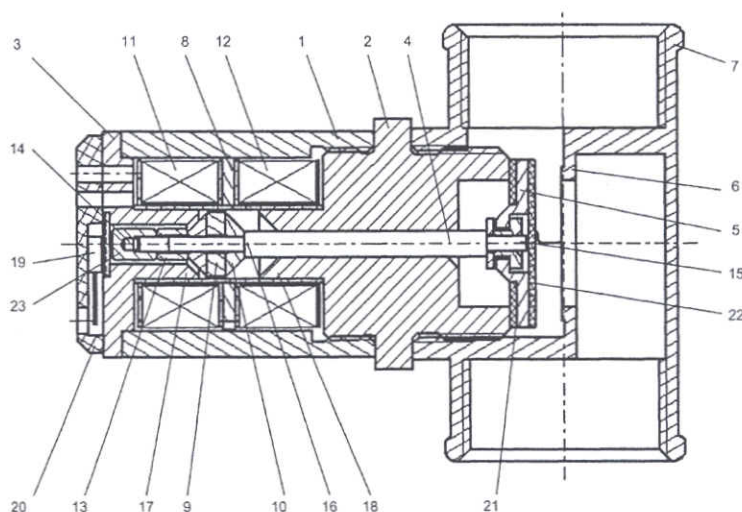
18. Клапан по п.16, отличающийся тем, что кольцевые части постоянного магнита, расположенные вблизи указанного кольца магнитопровода, намагничены радиально, а кольцевые части постоянного магнита, расположенные вблизи выступов магнитопровода, намагничены аксиально.

19. Автоматизированная система для управления подачей текучей среды, содержащая клапан по любому из пп.1-18 и по меньшей мере одно управляющее устройство, выполненное с возможностью отключения и/или включения указанного клапана.

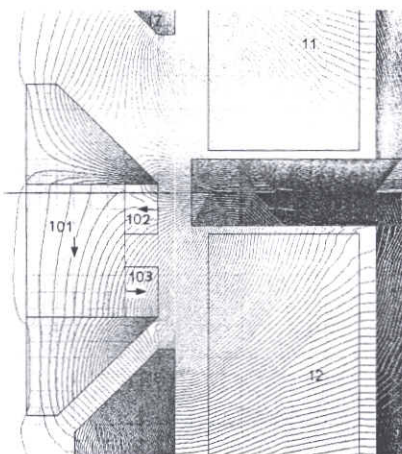
20. Система по п.19, отличающаяся тем, что управляющее устройство выполнено в виде анализатора, счетчика, таймера или датчика пожарной системы или представляет собой оператор указанной системы.

21. Система по п.19, отличающаяся тем, что клапан содержит датчик положения штока, причем система выполнена с возможностью передачи сигнала состояния указанного датчика по меньшей мере одному управляющему устройству.

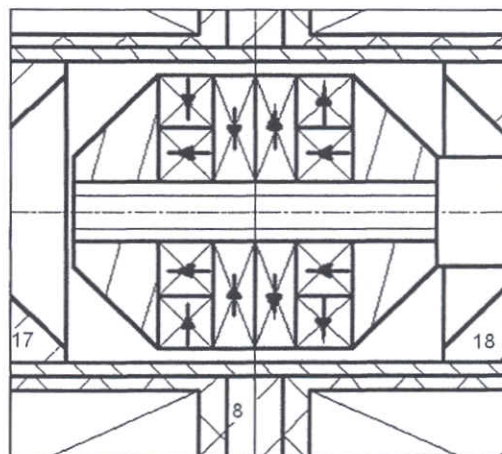
22. Система по п.19, отличающаяся тем, что клапан содержит преобразователь, выполненный с возможностью преобразования текстового сообщения, поступающего от оператора системы по мобильной сети, в управляющий сигнал, а также преобразования сигнала о состоянии датчика положения клапана и входящих в состав системы управляющих устройств в текстовое сообщение для передачи оператору системы по мобильной сети.



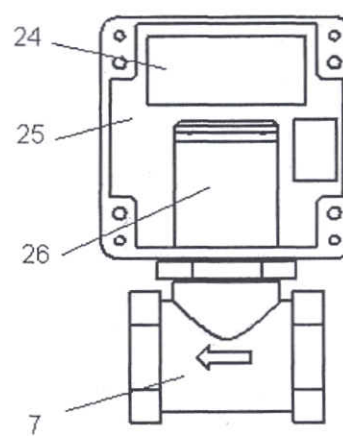
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

