

Способ повышения давления газа, мембранный компрессор для его осуществления, распределитель потоков и устройство управления распределителем потоков

Изобретение относится к области компрессоростроения, в частности, к мембранным компрессорам, работающим под силовым воздействием жидкости, и может быть использовано для получения сжатых до высоких давлений газов и вакуума, свободных от примесей паров масел.

Изобретение может найти широкое применение в разных областях промышленности, в медицине, спорте, для обслуживания индивидуальных дыхательных аппаратов и в других сферах человеческой деятельности. В качестве сжимаемых газов могут быть использованы природные газы, кислород, водород, азот и т. д., а также воздух.

Известен управляемый жидкостью воздушный компрессор, описанный в патенте США № 3790310, МПК F04B 9/10, F04B 35/02, 1974 [1].

Известный компрессор представляет собой мембранный компрессор, который содержит две рабочие камеры, разделенные эластичной диафрагмой на две части. Одна часть камеры предназначена для подачи в нее жидкости, а другая – для подачи в нее воздуха, подлежащего сжатию. В жидкостную часть камеры рабочая жидкость под давлением подается от переключателя потоков поочередно через соответствующие трубопроводы в одну или другую камеры. Через эти же трубопроводы происходит слив жидкости к переключателю потоков.

Воздух в камеры поступает от источника воздуха низкого давления через один трубопровод с обратным клапаном, а удаляется из камеры в ресивер через другой трубопровод, также снабженный обратным клапаном.

Работой переключателя потоков управляет управляющий клапан, подавая в него по соответствующим трубопроводам сжатую жидкость (жидкость под давлением) от внешнего источника. Через цикл работы переключателя потоков сжатая жидкость под действием управляющего клапана выводится из переключателя потоков по сливному трубопроводу к резервуару. При этом управляющий клапан одним трубопроводом подключен к одному входу переключателя потоков, другим трубопроводом – к другому входу переключателя потоков.

В данном компрессоре предусмотрен второй резервуар и трубопровод с перепускными клапанами, подающий из этого резервуара или сливающий в него жидкость из камер при крайнем нижнем или крайнем верхнем, соответственно, положении диафрагм для разгрузки и предотвращения негативных ситуаций, например, создания отрицательного давления.

Переключатель потоков представляет собой цилиндрический корпус с выполненными в нем двумя полостями, отделенными друг от друга стенкой с отверстием. В каждой полости находятся поршни, соединенные штоком, проходящим через отверстие в стенке. Поршни при движении сжимают рабочую жидкость и поочередно подают ее в рабочие камеры по двум трубопроводам, один из которых соединяет первую полость переключателя потоков с первой рабочей камерой, а другой – вторую полость со второй рабочей камерой. По этим же трубопроводам рабочая жидкость из камер поочередно отводится к переключателю потоков.

В цилиндрическом корпусе переключателя выполнено несколько отверстий, два из которых находятся в первой полости и являются впускным и выпускным, а одно расположено во второй полости и выполняет функцию как впускного, так и выпускного отверстия. Впускные отверстия соединены с трубопроводами, подводящими сжатую жидкость от управляющего клапана, а выпускные отверстия соединены с трубопроводами, по которым жидкость сливается в резервуар.

В первой полости цилиндра предусмотрено еще одно отверстие с клапаном, через которое сжатая жидкость (при достаточном перемещении поршня) по трубопроводу поступает в управляющий клапан, переключая его из одного устойчивого положения в другое. В новом устойчивом положении управляющий клапан подает сжатую жидкость во вторую полость переключателя потоков.

Управляющий клапан, переключаемый из одного устойчивого положения в другое, содержит цилиндрический корпус с установленным в нем с возможностью возвратно-поступательного движения поршнем, причем поршень разделен на три части кольцевыми проточками. Один торец поршня обращен к полости, в которую по трубопроводу поступает жидкость из переключателя потоков, а на другом торце выполнен удлиненный стержень меньшего диаметра, на который надета спиральная пружина. Указанная пружина при сжатии под действием перемещаемого жидкостью поршня, упираясь в торец цилиндра, накапливает энергию, используемую при соответствующем дифференциале давлений на поршень для его переключения. Таким образом, управляющий клапан находится в одном устойчивом положении под действием пружины, а в другом устойчивом положении - под действием сжатой жидкости в полости у его торца. Полости, образуемые кольцевыми проточками между частями поршня, поочередно при перемещении поршня сообщаются соответствующими трубопроводами с внешним источником сжатой жидкости, используемой в качестве управляющей среды для переключателя потоков, резервуаром и соответствующими полостями переключателя потоков.

Способ сжатия воздуха, реализуемый данным компрессором в автоматическом циклическом режиме, путем вытеснения воздуха рабочей жидкостью заключается в том, что в рабочих камерах компрессора устанавливаются границы воздушной части, в которую от источника воздуха низкого давления вводят начальный объем воздуха при одном давлении, и жидкостной части, в которую при помощи переключателя потоков направляют поток рабочей жидкости при другом давлении; сжимают начальный объем воздуха до малого размера и высокого давления силовым воздействием, оказываемым на него через мембрану со стороны рабочей жидкости; выводят сжатый воздух из газовой части в ресивер; переключают потоки рабочей жидкости то в одну камеру, то в другую при помощи переключателя потоков. Работой переключателя потоков управляют сжатой жидкостью от внешнего источника при помощи управляющего клапана, переключаемого из одного устойчивого положения в другое под действием поступающих к нему потоков сжатой жидкости и спиральной пружины.

В процессе работы управляющий клапан, поршень которого находится в правом положении, направляет сжатую жидкость от источника к первой полости переключателя потоков. Первый поршень переключателя потоков перемещается вправо и, сжимая рабочую жидкость, подает ее в жидкостную часть первой камеры, прогибая вверх связанную с ней сжимающую воздух диафрагму. В результате из воздушной части первой камеры воздух вытесняется в ресивер. Одновременно с этим второй поршень переключателя потоков перемещается так, что в связанной с ним второй камере диафрагма прогибается вниз, в направлении вытеснения рабочей жидкости из жидкостной части и всасывания воздуха в воздушную часть. При достаточном продвижении первого поршня вправо открывается трубопровод, подающий сжатую жидкость из первой полости переключателя потоков в полость у правого торца поршня управляющего клапана. Вследствие этого поршень последнего, сжимая пружину, перемещается влево, занимая другое устойчивое положение. При этом подаваемая из внешнего источника сжатая жидкость передается во вторую полость переключателя потоков, что вызывает движение второго поршня влево, а следовательно, подачу рабочей жидкости в жидкостную часть второй рабочей камеры и прогиб ее диафрагмы в направлении вытеснения воздуха в ресивер. Одновременно с этим первый поршень переключателя потоков перемещается так, что в связанной с ним первой рабочей камере диафрагма прогибается вниз, в направлении вытеснения рабочей жидкости из жидкостной части и всасывания воздуха в воздушную часть. После того как второй поршень (а значит, и первый) переключателя потоков прошел влево достаточное расстояние, открывается трубопровод, через который сжатая жидкость

из полости у правого торца поршня управляющего клапана выходит в резервуар, тем самым позволяя пружине вернуть этот поршень в первоначальное устойчивое положение.

В итоге завершается один цикл работы компрессора.

Работа данного компрессора основана на использовании жидкости, подаваемой из внешних источников и сливаемой во внешние резервуары, один из которых снабжает компрессор рабочей жидкостью и обеспечивает нормальное функционирование рабочих камер, а другой собирает жидкость, управляющую работой переключателя потоков и поступающую к нему от переключателя потоков дважды за цикл работы компрессора. В результате технические решения по патенту США № 3790310 обуславливают зависимость положения компрессора от размещения источников и резервуаров, что существенно ограничивает его функциональные и эксплуатационные возможности.

Кроме того, система управления работой компрессора является достаточно сложной, поскольку реализует сложный многоходовой процесс поддержания необходимого дифференциала давления в управляющем клапане, регулирующем работу переключателя потоков.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому изобретению аналогом является способ повышения давления газа от низкого значения до высокого, мембранный компрессор, реализующий способ, а также распределитель потоков и устройство управления распределителем потоков, описанные в патенте США № 4750869, МПК F04B 35/02, 1988 [2].

Запатентованный способ состоит в том, что в рабочих камерах компрессора устанавливают границы газовой зоны, в которую от источника газа низкого давления вводят начальный объем газа при одном давлении, и жидкостной зоны, в которую при помощи распределителя потоков направляют поток рабочей жидкости при другом давлении; сжимают начальный объем газа до малого размера и высокого давления силовым воздействием, оказываемым на него через мембрану со стороны рабочей жидкости; выводят сжатый газ из газовой зоны в ресивер; переключают потоки рабочей жидкости из одной камеры в другую при помощи распределителя потоков; определяют момент переключения потоков рабочей жидкости из одной камеры в другую при помощи устройства управления распределителем потоков, переключаемого из одного устойчивого положения в другое; при этом при помощи распределителя потоков после переключения отключают подачу и сливают рабочую жидкость из одной камеры, а поток жидкости направляют в другую камеру, содержащую начальный объем газа. Жидкость подают в жидкостную зону до тех пор, пока ее давление не превысит давления газа в газовой зоне. Момент превышения, который является моментом переключения потоков рабочей

жидкости из одной камеры в другую, индицируют путем сравнения давлений жидкости и газа. Как только давление жидкости превысит давление газа, генерируется сигнал переключения путем подачи порции жидкости из устройства управления распределителем потоков в распределитель потоков. В результате через распределитель потоков жидкость из одной камеры сливают в резервуар, а в другую камеру подают из резервуара.

Мембранный компрессор, реализующий описанный способ, содержит две рабочие камеры с мембранами, разделяющими камеры на газовую и жидкостную зоны, распределитель потоков, направляющий рабочую жидкость в камеры, устройство управления распределителем потоков, насос для подачи рабочей жидкости через подводный трубопровод в распределитель потоков, приводимый в действие электродвигателем, входные трубопроводы, снабженные обратными клапанами, для подачи газа от источника газа низкого давления к газовым зонам рабочих камер, выходные трубопроводы, снабженные обратными клапанами, для подачи сжатого газа в ресивер, сливной трубопровод, отводящий рабочую жидкость от распределителя потоков, причем распределитель потоков подключен одним трубопроводом к одной рабочей камере и одному входу устройства управления, а другим – к другой рабочей камере и другому входу устройства управления. Компрессор также имеет резервуар для сброса в него по сливному трубопроводу рабочей жидкости из камер и закачки из него насосом рабочей жидкости для подачи в камеры, причем сливаемая жидкость фильтруется.

Кроме того, устройство управления распределителем потоков соответствующими трубопроводами соединено с газовыми зонами рабочих камер, а также двумя дополнительными трубопроводами подключено к распределителю потоков.

В одном из вариантов исполнения рабочей камеры диафрагма выполнена в виде надувного баллона из эластичного материала.

В данном компрессоре распределитель потоков, предназначенный для переключения потоков рабочей жидкости в разные камеры, представляет собой корпус с выполненными в нем соединительными каналами, поочередно подключающими к подводному трубопроводу, соединенному с насосом и резервуаром для жидкости, и к сливному трубопроводу, соединенному с тем же резервуаром, два трубопровода, первый из которых соединен с одной рабочей камерой и одним входом устройства управления, а второй – с другой рабочей камерой и другим входом устройства управления. Каналы распределителя потоков соединены двумя трубопроводами с устройством управления для отведения через них порции жидкости, генерирующей сигнал переключения потоков.

Устройство управления распределителем потоков, под действием которого происходит переключение каналов, а значит, потоков рабочей жидкости, имеет корпус с

выполненными в нем двумя полыми цилиндрами. В каждом цилиндре установлен движущийся возвратно-поступательно золотник в виде стержня, состоящий из двух частей, разделенных кольцевой проточкой. Один торец каждого золотника обращен к жидкостной полости, соединенной с трубопроводом, проходящим к соответствующей рабочей камере от распределителя потоков. Другой торец каждого золотника обращен к газовой полости, соединенной с газовой зоной соответствующей рабочей камеры. Золотники имеют центральные отверстия, проходящие от жидкостной полости до кольцевой проточки. Под действием дифференциала давлений на торцы золотники перемещаются из одного крайнего положения в другое, что определяет переключение самого устройства управления из одного устойчивого положения в другое. В одном из крайних положений золотников проточки совпадают с поперечными отверстиями, из которых жидкость через соответствующие трубопроводы стравливается в распределитель потоков, генерируя сигнал его переключения.

Основным недостатком запатентованных технических решений являются их ограниченные функциональные и эксплуатационные возможности.

Поскольку в описанном способе жидкость в рабочие камеры подают из внешнего источника, в который отработавшую жидкость также и сливают, и, как следствие, компрессор содержит резервуар, с которым распределитель потоков соединен подающим и сливным трубопроводами, то есть гидравлическая система компрессора является открытой, эксплуатационные возможности данного технического решения ограничены и его использование возможно только при определенном пространственном положении, а именно с вертикально установленными рабочими камерами.

Кроме того, открытая гидравлическая система компрессора препятствует его применению в отсутствие гравитационного поля.

При этом рабочие процессы, происходящие в компрессоре, обуславливают конструктивную сложность устройства в целом за счет большого числа содержащихся в нем трубопроводов.

Следует также отметить, что поскольку в данном компрессоре рабочая жидкость удаляется из гидравлической системы самотеком под воздействием только силы земного притяжения, то время одного цикла работы зависит от диаметра используемых трубопроводов. В результате, при больших диаметрах существенно увеличиваются габариты всего устройства, т.к. для его нормальной работы потребуется соответственно увеличить размеры и всех составных частей компрессора: рабочих камер, распределителя потоков, устройства управления распределителем потоков. При небольших диаметрах

время одного цикла работы компрессора увеличивается, а, следовательно, снижается его производительность.

Более того, известный компрессор не может быть использован в условиях низких температур, т.к., как указано в патенте, в качестве рабочей жидкости, протекающей через открытую гидравлическую систему, используется масло, а его вязкость при низких температурах увеличивается, что затрудняет работу компрессора.

А также согласно способу работы описанного компрессора в устройстве управления распределителем потоков проводится сравнение давлений сжимаемого газа и рабочей жидкости, а выполнения этой операции затруднено, если давление газа, поступающего от внешнего источника, не превышает атмосферное. Таким образом, использовать компрессор для сжатия воздуха не представляется возможным.

Задача, на решение которой направлено изобретение, заключается в создании высокоэффективных и достаточно просто реализуемых способа повышения давления газа, мембранного компрессора, осуществляющего этот способ, а также распределителя потоков и устройства управления к нему, обеспечивающих широкие технологические и эксплуатационные возможности использования компрессора как при наличии гравитационного поля, так и в его отсутствие, за счет выполнения гидравлической системы компрессора замкнутой с избыточным давлением жидкости в ней.

Решение поставленной задачи обеспечивается способом по пункту 1 формулы изобретения, мембранным компрессором для осуществления способа в соответствии с пунктом 3 формулы изобретения, а также распределителем потоков и устройством управления распределителем потоков по пунктам 7 и 10 формулы изобретения, соответственно.

Согласно изобретению в способе повышения давления газа в мембранном компрессоре путем вытеснения газа рабочей жидкостью, реализуемом в автоматическом циклическом режиме, в рабочих камерах компрессора устанавливают границы газовой зоны, в которую от источника газа низкого давления вводят начальный объем газа при одном давлении, и жидкостной зоны, в которую при помощи распределителя потоков направляют поток рабочей жидкости при другом давлении; сжимают начальный объем газа до малого размера и высокого давления силовым воздействием, оказываемым на него через мембрану со стороны рабочей жидкости; выводят сжатый газ из газовой зоны в ресивер; переключают потоки рабочей жидкости из одной камеры в другую при помощи распределителя потоков; определяют момент переключения потоков рабочей жидкости из одной камеры в другую при помощи устройства управления распределителем потоков, переключаемого из одного устойчивого положения в другое; при помощи распределителя

потоков после переключения отключают подачу и сливают рабочую жидкость из одной камеры; поток жидкости направляют в другую камеру, содержащую начальный объем газа; гидравлическую систему компрессора заполняют рабочей жидкостью, находящейся под избыточным давлением относительно давления снаружи системы, и герметизируют; работой распределителя потоков управляют содержащейся в системе рабочей жидкостью при помощи устройства управления, переключаемого из одного устойчивого положения в другое под действием поступающих к нему потоков рабочей жидкости; момент переключения потоков рабочей жидкости задают установленным в устройстве управления значением давления; а переключение потоков рабочей жидкости производят при равенстве силы давления потока жидкости, поступающего к устройству управления, и силы, определяемой установленным значением давления.

При этом, избыточное давление создают путем принудительного нагнетания рабочей жидкости в гидравлическую систему через заправочный клапан после стравливания из нее воздуха через клапан стравливания, а значение избыточного давления рабочей жидкости составляет от 1,5 до 5 атмосфер.

В мембранном компрессоре для осуществления способа, содержащем рабочие камеры с мембранами, разделяющими камеры на газовую и жидкостную зоны, распределитель потоков, направляющий рабочую жидкость в камеры, устройство управления распределителем потоков, насос для подачи рабочей жидкости через подводящий трубопровод в распределитель потоков, приводимый в действие электродвигателем, входные трубопроводы, снабженные обратными клапанами, для подачи газа от источника газа низкого давления к газовым зонам рабочих камер, выходные трубопроводы, снабженные обратными клапанами, для подачи сжатого газа в ресивер, сливной трубопровод, отводящий рабочую жидкость от распределителя потоков, причем распределитель потоков подключен одним трубопроводом к одной рабочей камере и одному входу устройства управления, а другим – к другой рабочей камере и другому входу устройства управления, гидравлическая система компрессора, включающая жидкостные зоны рабочих камер, распределитель потоков, устройство управления распределителем потоков, насос и соединяющие их трубопроводы, выполнена замкнутой, сливной трубопровод подключен к насосу, устройство управления и распределитель потоков снабжены средствами зацепления, обеспечивающими их механическое взаимодействие, а рабочая жидкость в гидравлической системе находится под избыточным давлением относительно давления снаружи системы.

Кроме того, насос компрессора является шестеренным масляным насосом.

Обычно мембрана компрессора выполнена из упругого и эластичного материала.

Более того, средства зацепления компрессора представляют собой ведомый элемент, прикрепленный к распределителю потоков, и ведущий элемент, прикрепленный к устройству управления, при этом ведущий элемент жестко соединен с приспособлением, совершающим, по существу, линейное возвратно-поступательное движение, для преобразования его линейного возвратно-поступательного движения во вращательное движение ведомого элемента.

Согласно изобретению также создан распределитель потоков, имеющий корпус с выполненными в нем соединительными каналами, поочередно подключающими к подводящему трубопроводу, соединенному с насосом, и к сливному трубопроводу, по меньшей мере, два трубопровода, первый из которых соединен с одной рабочей камерой и одним входом устройства управления, а второй – с другой рабочей камерой и другим входом устройства управления, в котором корпус выполнен в виде полого цилиндра, имеющего в стенке, по меньшей мере, шесть отверстий, внутри которого расположен цилиндрический вал, установленный в подшипниках с возможностью вращения вокруг продольной оси относительно цилиндра и имеющий, по меньшей мере, четыре канала, причем одно отверстие цилиндра является впускным и соединено с подводящим трубопроводом, другое отверстие цилиндра является выпускным и соединено со сливным трубопроводом, остальные отверстия расположены попарно друг над другом в полостях, выполненных в стенке цилиндра в продольном направлении, по существу, симметрично относительно его продольной оси, к одной из полостей присоединен первый трубопровод, а к другой – второй трубопровод, в вале, по меньшей мере, в двух перпендикулярных его оси уровнях, выполнено по два канала так, что ось первого пересекает ось вала, каналы каждого уровня пересекаются и, по существу, взаимно перпендикулярны, а точки пересечения осей каналов разного уровня смещены относительно оси вала в разные стороны по оси первого канала, первый канал одного уровня расположен с возможностью постоянного соединения с впускным отверстием цилиндра, первый канал другого уровня расположен с возможностью постоянного соединения с выпускным отверстием цилиндра, вторые каналы каждого уровня расположены с возможностью соединения с отверстиями, выполненными в полостях, таким образом, что при повороте вала канал одного уровня служит в качестве прохода для поочередной подачи рабочей жидкости в рабочие камеры, канал другого уровня служит в качестве прохода для поочередного слива рабочей жидкости из рабочих камер, а подача рабочей жидкости в одну камеру и слив ее из другой камеры происходит одновременно, при этом на одном торце цилиндрического вала жестко закреплен элемент зацепления.

При этом элемент зацепления выполнен в виде рычага, имеющего на конце гребенку, содержащую, по меньшей мере, два зубца.

А также первый и второй трубопроводы присоединены к соответствующим полостям в стенке цилиндра герметично.

В данную группу изобретений входит устройство управления распределителем потоков, переключаемое из одного устойчивого положения в другое, содержащее два цилиндра с установленными в них с возможностью возвратно-поступательного движения стержнями, состоящими из двух частей, разделенных кольцевой проточкой, один торец каждого стержня обращен к жидкостной полости, соединенной с трубопроводом, проходящим к соответствующей рабочей камере от распределителя потоков, которое снабжено регулятором давления, жестко закрепленным на одной стороне опорной плиты, имеющей в центре сквозное отверстие для прохождения штока регулятора давления, имеющего куполообразный торец, на другой стороне опорной плиты симметрично относительно оси сквозного отверстия жестко закреплены цилиндры, между цилиндрами с возможностью, по существу, линейного возвратно-поступательного движения по поверхности плиты из одного устойчивого положения в другое размещен управляющий ползунок в форме прямоугольного параллелепипеда, имеющий на сторонах, обращенных к цилиндрам, равные по длине выступающие стержни, проходящие внутрь цилиндров через отверстия в их ближних торцах, а, по меньшей мере, на одной из двух других сторон, перпендикулярных поверхности плиты, закреплено, по меньшей мере, одно ребро, при этом стержни внутри цилиндров, представляющие собой поршни, на торце, обращенном к управляющему ползунку, снабжены направляющим стержнем меньшего диаметра, на который надета спиральная пружина, выполняющая, по существу, функцию накопителя энергии, используемой для перемещения ползунка, а на торце, обращенном к жидкостной полости, снабжены средствами уплотнения, причем на торцах выступающих стержней ползунка, находящихся внутри цилиндров, закреплены стопорные пластины, в которые упираются спиральные пружины, на цилиндрах у дальних торцов симметрично относительно оси сквозного отверстия в опорной плите одним концом закреплены с возможностью поворота две штанги, другим концом соединяющиеся друг с другом при помощи пазового шарнирного соединения, обеспечивающего их взаимное смещение, у закрепленного конца на каждой штанге предусмотрена возвратная пружина с упором на корпус цилиндра и выполнен выступ, входящий в зацепление с кольцевой проточкой в поршне через вырез в стенке цилиндра с возможностью перемещения в нем под действием поршня, а управляющий ползунок в каждом устойчивом положении упирается в торец штока регулятора давления, выступающий над поверхностью опорной плиты.

Предпочтительно, чтобы регулятор давления в устройство управления был выполнен в виде рычажного механизма, содержащего цилиндрический стержень со сквозным отверстием вдоль продольной оси, внутри которого размещен шток с куполообразными торцами, выполненный с возможностью возвратно-поступательного движения, два удлиненных стержня с нанесенной на них шкалой, закрепленных параллельно опорной плите, первый из которых жестко закреплен на ближайшем к опорной плите конце цилиндрического стержня, а второй закреплен с возможностью поворота на его противоположном конце, и спиральную пружину, при этом один торец штока упирается во второй удлиненный стержень, другой торец штока через отверстие в опорной плите выступает над поверхностью, по которой перемещается ползунок, а спиральная пружина установлена между удлиненными стержнями путем закрепления в выполненных в них проточках.

Причем в устройстве управления распределителем потоков выступ штанги имеет в продольном сечении форму прямоугольного треугольника и входит в вырез в стенке цилиндра острым углом, а прямой угол расположен со стороны ползунка.

Описанная группа изобретений объединена единым изобретательским замыслом, направленным на решение поставленной задачи, а именно, создание компрессора, способного эффективно с высокой производительностью работать в любых условиях эксплуатации на земле, под водой, в космосе.

Технический результат, получаемый с помощью данных изобретений, заключается в том, что благодаря заявленному способу, распределителю потоков, используемому для переключения потоков под действием предложенного устройства управления, являющихся неотъемлемой частью компрессора, обеспечивается возможность создания мембранного компрессора, не связанного с внешним источником рабочей жидкости, а работающего с жидкостью, находящейся в системе компрессора под избыточным давлением.

Такой компрессор обладает широкими технологическими и эксплуатационными возможностями.

Действительно, заполнение гидравлической системы компрессора рабочей жидкостью под избыточным давлением и ее герметизация, конструктивно реализуемые в виде замкнутой системы, в которой вход насоса соединен сливным трубопроводом с выходом распределителя потоков, снимают зависимость работы компрессора от гравитационных сил, а, следовательно, обеспечивают возможность его работы в любом положении и в любых условиях.

За счет избыточного давления обеспечивается принудительная подача рабочей жидкости к насосу и его непрерывная работа в режиме, соответствующем достижению максимальной пропускной способности. Следствием этого является значительное ускорение процессов сжатия и перекачки газа в ресивер, т.е. увеличение производительности компрессора.

Герметичность системы также предотвращает возникновение проблем, связанных с появлением конденсата в процессе работы компрессора и загрязнением перекачиваемого газа парами рабочей жидкости.

Выполнение распределителя потоков в виде размещенного в цилиндрическом корпусе и установленного в подшипниках вала, имеющего ряд каналов, подключающих поочередно при повороте вала рабочие камеры к подающему и сливному трубопроводам, позволяет ему стабильно и эффективно работать в потоках жидкости, находящейся при избыточном давлении.

Устройство управления обеспечивает с помощью средств зацепления поворот вала распределителя потоков, преобразуя возвратно-поступательное движение управляющего ползунка во вращательное движение вала. Перемещение управляющего ползунка из одного устойчивого положения в другое происходит под давлением на торцы поршней рабочей жидкости, поступающей в рабочие камеры и одновременно подаваемой в устройство управления.

Таким образом, работа устройства управления в соответствии с заданным регулятором давления значением синхронизирует процессы сжатия и разрежения, происходящие в рабочих камерах, с подключением их к соответствующим каналам для подачи и сброса жидкости, тем самым, организуя непрерывную, бесперебойную, происходящую практически без потерь работу мембранного компрессора.

В результате данный способ обеспечивает возможность осуществляющему его мембранному компрессору, содержащему распределитель потоков и устройство управления распределителем потоков, составляющие предметы отдельных изобретений, работать в условиях космоса, при подводных работах, на движущемся транспорте и в других сложных условиях эксплуатации.

Сущность изобретения поясняется нижеследующим описанием и чертежами.

На фиг. 1 приведено схематичное изображение предпочтительного варианта мембранного компрессора согласно данному изобретению;

на фиг. 2а дано продольное сечение распределителя потоков, находящегося в одном рабочем положении;

на фиг. 2b – вид с торца распределителя потоков, находящегося в рабочем положении, представленном на фиг.2a, показанного в зацеплении с устройством управления;

на фиг. 2c – поперечное сечение распределителя потоков, находящегося в рабочем положении, представленном на фиг. 2a, проведенное по линии А-А;

на фиг. 2d – поперечное сечение распределителя потоков, находящегося в рабочем положении, представленном на фиг. 2a, проведенное по линии В-В;

на фиг. 3a – дано продольное сечение распределителя потоков, находящегося в другом рабочем положении;

на фиг. 3b – вид с торца распределителя потоков, находящегося в рабочем положении, представленном на фиг.3a, показанного в зацеплении с устройством управления;

на фиг. 3c – поперечное сечение распределителя потоков, находящегося в рабочем положении, представленном на фиг. 3a, проведенное по линии А-А;

на фиг. 3d – поперечное сечение распределителя потоков, находящегося в рабочем положении, представленном на фиг. 3a, проведенное по линии В-В;

на фиг. 4 представлено схематичное изображение устройства управления распределителем потоков;

фиг. 5А – 5D – иллюстрации процесса работы устройства управления распределителем потоков в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг. 6 приведено схематичное изображение другого варианта мембранного компрессора согласно данному изобретению.

Мембранный компрессор (фиг. 1) содержит две рабочие камеры 1 и 2 в форме полусфер, распределитель 3 потоков, устройство 4 управления распределителем потоков, средства 5 зацепления, обеспечивающие механическое взаимодействие распределителя 3 потоков и устройства 4 управления распределителем потоков, шестеренный насос 6, приводимый в действие электродвигателем 7. Камера 1 мембраной 8 разделена на две зоны – жидкостную зону 9 и газовую зону 10, а камера 2 мембраной 11 разделена на жидкостную зону 12 и газовую зону 13. В газовые зоны 10 и 13 от внешнего источника газа (на фиг. 1 не показан) через трубопровод 14 с обратным клапаном 15 и трубопровод 16 с обратным клапаном 17, соответственно, поступает газ, подлежащий сжатию. Через трубопровод 18 с обратным клапаном 19 и трубопровод 20 с обратным клапаном 21 сжатый газ выводится в ресивер 22. Трубопровод 23 соединяет распределитель 3 потоков с рабочей камерой 1, а трубопровод 24 подключает один вход устройства 4 управления к трубопроводу 23. Трубопровод 25 соединяет распределитель 3 потоков с рабочей камерой

2, а трубопровод 26 подключает другой вход устройства 4 управления к трубопроводу 25. Между распределителем 3 потоков и шестеренным насосом 6 подключен подающий трубопровод 27 и сливной трубопровод 28. Камеры 1 и 2 смонтированы на опорной плите 29. Мембраны 8 и 11 выполняют функцию не только сжимающих элементов, но и уплотнительных прокладок между камерой и опорной плитой 29.

Распределитель 3 потоков (фиг. 2, 3) содержит корпус 30 в виде полого цилиндра, в котором размещен цилиндрический вал 31, установленный в подшипниках 32 с возможностью вращения вокруг продольной оси корпуса 30; элемент средства зацепления, закрепленный на торце вала 31, в виде рычага 33 с гребенкой 34 на конце. В стенке корпуса 30 выполнены две продольные полости 35 и 36, к которым герметично присоединены трубопроводы 23 и 25, соответственно. Полости 35 и 36 симметричны друг другу относительно оси корпуса 30. Кроме того, в стенке корпуса 30 выполнено шесть отверстий: впускное отверстие 37, выпускное отверстие 38, отверстия 39, 40, расположенные друг над другом в полости 35 и отверстия 41, 42, расположенные друг над другом в полости 36.

В вале 31 распределителя потоков в двух уровнях, перпендикулярных его оси, А-А и В-В, выполнено по два взаимно перпендикулярных канала. В уровне А-А выполнены каналы 43 и 44, причем канал 43 при любом положении вала 31, допустимом в данном компрессоре, соединен с впускным отверстием 37, а канал 44 при повороте вала 31 в крайнее положение соединяется поочередно то с отверстием 39, то с отверстием 41. В уровне В-В выполнены каналы 45 и 46 так, что канал 45 при любом положении вала 31, допустимом в данном компрессоре, соединен с выпускным отверстием 38, а канал 46 при повороте вала 31 в крайнее положение соединяется поочередно то с отверстием 40, то с отверстием 42.

Устройство 4 управления распределителем потоков (фиг. 4) содержит регулятор 47 давления, состоящий из цилиндрического стержня 48, имеющего сквозное отверстие 49, проходящее вдоль оси стержня; штока 50 с куполообразными торцами, размещенного в отверстии 49; двух удлиненных стержней 51, 52 и спиральной пружины 53. На стержнях 51 и 52 нанесена шкала давлений в атмосферах, причем стержень 51 жестко закреплен у одного конца стержня 48, а стержень 52 закреплен у другого конца стержня 48 с возможностью поворота, как показано на фиг. 4. Пружина 53 установлена в проточках стержней 51, 52, соединяя их друг с другом.

Регулятор 47 давления закреплен на одной стороне опорной плиты 54, имеющей в центре отверстие 55, в котором может перемещаться шток 50. На другой стороне плиты 54 жестко закреплены цилиндры 56 и 57, расположенные симметрично друг другу относительно оси отверстия 55. В цилиндре 56 размещен поршень 58, разделенный

кольцевой проточкой 59 на два участка 60 и 61. На торце участка 60 имеется направляющий стержень 62, на который надета пружина 63. На торце участка 61 закреплена уплотнительная прокладка 64, обращенная к полости 65, соединенной с трубопроводом 24.

Аналогично, в цилиндре 57 размещен поршень 66, разделенный кольцевой проточкой 67 на два участка 68 и 69. На торце участка 68 имеется направляющий стержень 70, на который надета пружина 71. На торце участка 69 закреплена уплотнительная прокладка 72, обращенная к полости 73, соединенной с трубопроводом 26. Прокладки 64 и 72 обеспечивают герметичность и препятствуют попаданию рабочей жидкости в другую часть цилиндров.

Между цилиндрами 56 и 57 расположен управляющий ползунок 74, совершающий возвратно-поступательное движение по поверхности опорной плиты 54 из одного устойчивого положения в другое. С двух сторон ползунка 74 имеются равные по длине выступающие стержни 75 и 76, проходящие через отверстия в торцах цилиндров 56 и 57, соответственно. На торцах стержней 75 и 76, находящихся внутри цилиндров, закреплены соответственно стопорные пластины 77 и 78, в которые, как показано на фиг. 4, упираются соответствующие пружины 63 и 71. На третьей стороне управляющего ползунка, перпендикулярной поверхности опорной плиты 54, выполнен элемент зацепления в виде ребра 79, выступающего по направлению к рычагу 33 распределителя потоков и находящегося в зацеплении с гребенкой 34 (см. также фиг. 2а и 3а).

У дальних по отношению к ползунку 74 торцов цилиндров 56 и 57 закреплены с возможностью поворота штанги 80 и 81, соответственно. У закрепленного конца на каждой штанге смонтированы с упором на корпус цилиндра возвратные пружины 82 и 83, соответственно. Штанги симметричны друг другу и имеют у закрепленных концов по выступу. Выступ 84 на штанге 80 входит в вырез 85 в стенке цилиндра 56, а выступ 86 на штанге 81 входит в вырез 87 в стенке цилиндра 57. Оба выступа имеют в продольном сечении форму прямоугольного треугольника, как это показано на фиг. 4. Свободные концы штанг 80 и 81 соединены друг с другом пазовым шарнирным соединением 88, обеспечивающим их взаимосвязанное смещение.

На фиг.6 приведено схематичное изображение другого варианта мембранного компрессора. В этом варианте исполнения каждая рабочая камера 1 и 2 имеет форму сферы, разделенной опорной плитой 89, 90, соответственно, на две полусферы. Камера 1 содержит дополнительную мембрану 91, отделяющую вторую газовую зону 92, соединенную трубопроводом 93 с обратным клапаном 94 с внешним источником газа (на фиг. 6 не показан), а трубопроводом 95 с обратным клапаном 96 - с ресивером 22. Камера 2

содержит дополнительную мембрану 97, отделяющую вторую газовую зону 98, соединенную трубопроводом 99 с обратным клапаном 100 с внешним источником газа, а трубопроводом 101 с обратным клапаном 102 - с ресивером 22. При этом обе части жидкостных зон 9 и 12, соединенные каналами 103 и 104, соответственно, заполняются рабочей жидкостью по соответствующим трубопроводам 23 и 25 одновременно.

Такой вариант исполнения позволяет повысить эффективность мембранного компрессора за счет увеличения объема газовых зон, а также обеспечивает возможность одновременного повышения давления разных газов, подавая их от соответствующих источников в разные газовые зоны и накапливая в разных резервуарах.

В рамках реализации предложенного способа повышения давления газа возможны и другие варианты конструктивного исполнения мембранного компрессора.

Сущность способа повышения давления газа в мембранном компрессоре заключается в следующем.

Гидравлическую систему компрессора заполняют рабочей жидкостью так, чтобы давление в ней превышало давление снаружи системы. Для этого после стравливания из системы воздуха в нее принудительно нагнетают дополнительное количество жидкости. Затем систему герметизируют, при этом избыточное давление рабочей жидкости создают в диапазоне от 1, 5 до 5 атмосфер.

Под действием рабочей жидкости мембраны в рабочих камерах растягиваются, образуя жидкостные и газовые зоны. От внешнего источника газа в газовые зоны камер поочередно подается газ, подлежащий сжатию. В жидкостную зону рабочей камеры, работающей на сжатие, через распределитель потоков направляют поток рабочей жидкости. Мембрана этой камеры, прогибаясь под действием жидкости, сжимает газ в газовой зоне и вытесняет его в ресивер. Одновременно при подаче в рабочую камеру рабочая жидкость от распределителя потоков поступает на соответствующий вход устройства управления распределителем потоков, воздействуя на него. Создаваемый при этом рабочей жидкостью на входах устройства управления дифференциал давлений инициирует его перемещение из одного устойчивого состояния в другое. Смена устойчивых состояний устройства управления определяет момент переключения потоков рабочей жидкости, причем момент переключения, заданный в устройстве управления определенным значением давления, соответствует равенству заданного давления и давления потока жидкости, поступающего на соответствующий вход устройства управления.

Распределитель потоков под действием устройства управления переключает потоки рабочей жидкости из одной камеры в другую. Переключение потоков рабочей

жидкости означает отключение подачи и слив рабочей жидкости из работавшей на сжатие камеры и подачу рабочей жидкости в другую камеру, заполненную газом, и к другому входу устройства управления.

Далее описанные процессы происходят во второй камере. После их завершения заканчивается цикл работы мембранного компрессора. Последующие циклы работы компрессора реализуются в автоматическом режиме до отключения электродвигателя, приводящего в действие насос, подающий рабочую жидкость.

Указанный выше диапазон избыточных давлений рабочей жидкости в гидравлической системе определяется, с одной стороны, пропускной способностью применяемых насосов, а с другой стороны, физическими свойствами материалов, используемых для изготовления мембран, а также их толщиной. Для эластичных материалов и тонких мембран избыточное давление для растяжения мембраны на всю внутреннюю поверхность рабочей камеры соответствует нижним значениям приведенного диапазона, а для жестких толстых мембран – верхним значениям.

Ниже приведено со ссылками на чертежи подробное описание работы мембранного компрессора в соответствии с изобретением и входящих в его состав распределителя потоков и устройства управления распределителем потоков.

Гидравлическую систему компрессора (см. фиг. 1), содержащую жидкостную зону 9 рабочей камеры 1 и жидкостную зону 12 рабочей камеры 2, распределитель 3 потоков, устройство 4 управления распределителем потоков, насос 6, трубопроводы 23, 24, 25, 26, 27 и 28, заполняют рабочей жидкостью. Для создания избыточного давления в гидравлической системе предусмотрены запорный клапан и клапан сбрасывания воздуха (не показаны). Заполнение производится известным методом, например, с помощью плунжерного насоса.

Под действием избыточного давления мембрана в одной камере, например, мембрана 11 в камере 2 (как показано на фиг. 1), прогнется вверх практически до соприкосновения с внутренней сферической поверхностью камеры, а мембрана 8 в камере 2 прогнется вверх на некоторое расстояние в зависимости от созданного избыточного давления.

Систему герметизируют. При этом распределитель 3 и устройство 4 находятся в каком-то случайном положении.

При включении электродвигателя 7 насос 6 начинает подавать рабочую жидкость к рабочим камерам. Процесс настройки компрессора на работу, переходный процесс, происходит самопроизвольно и занимает по времени пол цикла работы компрессора.

При установившемся режиме работы в течение одного цикла, соответствующего сжатию газа в обеих камерах, происходят следующие процессы.

Подлежащий сжатию газ, поступивший от внешнего источника через трубопровод 14, находится в газовой зоне 10 камеры 1. Обратный клапан 19 трубопровода 18 закрывает проход газа в ресивер 22. Насос 6 по подающему трубопроводу 27 через распределитель 3 закачивает рабочую жидкость в жидкостную зону 9 рабочей камеры 1. При этом распределитель 3 (см. фиг. 2а) находится в положении, когда трубопровод 23, подсоединенный к герметичной полости 35, через отверстие 39, каналы 44 и 43 (см. фиг. 2с) подключен к впускному отверстию 37, соединенному с подающим трубопроводом 27, а трубопровод 25, подсоединенный к герметичной полости 36, через отверстие 42 и каналы 46 и 45 (см. фиг. 2d) подключен к выпускному отверстию 38, соединенному со сливным трубопроводом 28.

В камере 1 поступающая через трубопровод 23 рабочая жидкость заполняет жидкостную зону 9, вызывая растяжение мембраны 8 по направлению к сферической поверхности, в результате чего под силовым воздействием мембраны происходит сжатие и вытеснение газа из газовой зоны 10 через клапан 19 в трубопровод 18 и далее в ресивер 22.

В камере 2 слив из жидкостной зоны 12 рабочей жидкости обуславливает сжатие мембраны 11, сопровождающееся уменьшением объема жидкостной зоны и увеличением объема газовой зоны 13, причем, сжимаясь, мембрана ускоряет процесс вытекания рабочей жидкости из зоны.

Одновременно рабочая жидкость по трубопроводу 24 поступает к левому входу устройства 4 управления (см. фиг. 5А), заполняя полость 65, и сливается из полости 73 на его правом входе по трубопроводу 26. Таким образом, давление в жидкостной зоне 9 и в полости 65 будет нарастать синхронно, а давление в жидкостной зоне 12 и в полости 73 синхронно уменьшаться.

В первую половину цикла работы компрессора устройство 4 управления находится в положении, изображенном на фиг. 5А. В этом положении управляющий ползунок 74 расположен слева от штока 50, проходящего через отверстие 49 в стержне 48 и отверстие 55 в опорной плите 54 и выступающего за пределы опорной плиты своим куполообразным торцом. Ползунок 74 упирается в шток 50 и находится в левом устойчивом положении. При этом выступ 84 штанги 80, входящий в вырез 85 в стенке цилиндра 56, размещается над спиральной пружиной 63, не препятствуя свободному перемещению поршня 58. Выступ 86 на штанге 81, проходя через вырез 87 в стенке цилиндра 57 в кольцевую проточку 67, блокирует перемещение поршня 66 вправо, упираясь в его участок 68. Под действием рабочей жидкости, поступающей в полость 65,

поршень 58 перемещается и сжимает пружину 63, надетую на направляющий стержень 62 и упирающуюся в стопорную пластину 77. При перемещении поршень 58 доходит до выступа 84 и участком 60 поднимает выступ, скользя по его наклонной поверхности. В результате штанга 80 поворачивается (см. фиг. 5В) и благодаря пазовому шарнирному соединению 88 поворачивает штангу 81. Выступ 86 штанги 81 выходит из кольцевой проточки и, пройдя над участком 68, разместится над спиральной пружиной 71, а выступ 84, пройдя над участком 60, заходит в кольцевую проточку 59. Смещение разблокированного поршня 66 вправо произойдет под действием пружины 71 благодаря уменьшению давления в полости 73 за счет слива рабочей жидкости.

Под действием возвратных пружин 82 и 83 штанги вновь займут исходное положение.

Управляющий ползунок, а, следовательно, и все устройство управления, будет находиться в указанном устойчивом положении до тех пор, пока сила давления на поршень 58 со стороны рабочей жидкости в полости 65, вызывающая сжатие пружины 63, не возрастет настолько, что сравняется с силой, действующей на шток 50 за счет рычажного механизма работы регулятора давления 47 при установленном на стержнях 51 и 52 рабочем давлении (см. фиг. 4). В результате равенства сил по обе стороны ползунка 74 он, надвигаясь на куполообразный торец штока 50, вдавит шток заподлицо с опорной плитой 54 и займет другое устойчивое положение (см. фиг. 5С) относительно штока 50. Перемещение ползунка 74 произойдет под действием пружины 63, накопившей при сжатии энергию, высвобождаемую на перемещение ползунка путем воздействия на стопорную пластину 77.

Одновременно с переходом ползунка 74 из левого устойчивого положения в правое ребро 79, находящееся в зацеплении с гребенкой 34 рычага 33, закрепленного на торце вала 31 распределителя потоков (см. фиг. 2в), поворачивает вал, установленный в подшипниках 32, в другое положение относительно корпуса 30 (см. фиг. 3в).

При новом положении вала 31 (см. фиг. 3а) трубопровод 23, а, следовательно, и трубопровод 24, будет через полость 35 подключен к отверстию 40, каналам 46 и 45, выпускному отверстию 38 и далее к сливному трубопроводу 28. При этом трубопровод 25 и трубопровод 26 через полость 36, отверстие 41, каналы 44 и 43, впускное отверстие 37 (см. фиг. 3с) будет подключен к подающему трубопроводу 27. В результате рабочая жидкость будет из камеры 1 сливаться, а в камеру 2 – поступать.

Начнется вторая половина цикла работы мембранного компрессора.

Во второй половине цикла работы газ, поступающий (во время слива рабочей жидкости из жидкостной зоны 12) в газовую зону 13 через трубопровод 16 с обратным

клапаном 17, заполняет камеру 2. Обратный клапан 21 трубопровода 20 закрывает проход газа в ресивер 22. Насос 6 по подающему трубопроводу 27 через распределитель 3 потока закачивает, как описано выше, рабочую жидкость в жидкостную зону 12 рабочей камеры 2 и в полость 73 у поршня 66 (см. фиг. 5С). При этом из полости 65 рабочая жидкость сливается. Таким образом, давление в жидкостной зоне 12 и в полости 73 будет одновременно нарастать, а давление в жидкостной зоне 9 и в полости 65 будет одновременно уменьшаться.

В камере 2 поступающая через трубопровод 25 рабочая жидкость заполняет жидкостную зону 12, вызывая растяжение мембраны 11 по направлению к сферической поверхности. Под силовым воздействием мембраны происходит сжатие и вытеснение газа из газовой полости 13 через трубопровод 20 в ресивер 22. В камере 1 слив рабочей жидкости приводит к сжатию мембраны 8, сопровождающемуся уменьшением объема жидкостной зоны и увеличением объема газовой зоны 10, причем, как и в случае с мембраной 11, мембрана 8, сжимаясь, запасенной при растяжении энергией ускоряет процесс вытекания жидкости из жидкостной зоны 9.

Во вторую половину цикла работы устройство 4 управления находится в положении, представленном на фиг. 5С. В этом положении управляющий ползунок 74 расположен в правом устойчивом положении, упираясь в шток 49. При этом выступ 86 штанги 81, входящий в вырез 87 в стенке цилиндра 57, размещается над спиральной пружиной 71, не препятствуя свободному перемещению поршня 66.

Выступ 84 на штанге 80, проходя через вырез 85 в стенке цилиндра 56 в кольцевую проточку 59, блокирует перемещение поршня 58 влево, упираясь в его участок 60.

Под действием рабочей жидкости, поступающей в полость 73, поршень 66 перемещается влево и сжимает пружину 71, надетую на направляющий стержень 70 и упирающуюся в стопорную пластину 78. При перемещении поршень 66 доходит до выступа 86 и участком 68 поднимает выступ, скользя по его наклонной поверхности. В результате штанга 81 поворачивается (см. фиг. 5D) и поворачивает связанную с ней штангу 80, выступ 84 которой выходит из кольцевой проточки 59 и, пройдя над участком 60, разместиться над спиральной пружиной 63. Выступ 86, пройдя над участком 68, заходит в кольцевую проточку 67. Смещение разблокированного поршня 58 влево произойдет под действием пружины 63 благодаря уменьшению давления в полости 65. Под действием возвратных пружин 82 и 83 штанги вновь займут исходное положение.

Управляющий ползунок, а, следовательно, и все устройство управления, будет находиться в указанном устойчивом положении до тех пор, пока давление на поршень 66

со стороны рабочей жидкости в полости 73, вызывающее сжатие пружины 71, не возрастет настолько, что сравняется с силой, действующей на шток 49 за счет рычажного механизма работы регулятора давления 47 при установленном на стержнях 51 и 52 рабочем давлении (см. фиг. 4). В результате равенства сил по обе стороны ползунка 74 он, надвигаясь на куполообразный торец штока 50, вдавит шток заподлицо с опорной плитой 54 и займет другое устойчивое положение (см. фиг. 5А) относительно штока 50. Перемещение ползунка 74 произойдет под действием пружины 71, накопившей при сжатии энергию, высвобождаемую на перемещение ползунка путем воздействия на стопорную пластину 78.

Одновременно с переходом ползунка 74 из правого устойчивого положения в левое ребро 79 (см. фиг. 3в) поворачивает вал 31, установленный в подшипниках 32, в предыдущее положение относительно корпуса 30 (см. фиг. 2а, 2в).

Цикл работы мембранного компрессора завершился.

Повторение циклов работы обеспечивает непрерывное течение сжимаемого газа в ресивер 22. Давление в ресивере увеличивается постепенно, а значит, для его заполнения газом до нужного давления мембранный компрессор должен совершить определенное число циклов работы.

В качестве рабочей жидкости в описанном компрессоре могут быть использованы различные типы автомобильных (моторных, трансмиссионных) и промышленных масел, а для изготовления мембран могут применяться такие материалы, как масло-бензостойкие, масло-бензо-морозостойкие, маслостойкие резины, например, бутадиен-нитрильные, кремнийорганические резины, и другие гибкие материалы.

Следует также отметить, что в качестве сжимаемой среды могут быть использованы не только газы, но и жидкости.

В зависимости от диапазона рабочих давлений компрессора в его конструкции используются элементы с различными физическими характеристиками. К таким элементам относятся трубопроводы, выполненные из разных материалов и имеющие разные сечения, обратные клапаны, рассчитанные на различные давления, мембраны рабочих камер, пружины, применяемые в поршнях и в регуляторе давления, уплотнительные прокладки у поршней, подшипники и т.п.

Описанный мембранный компрессор может быть использован не только для сжатия и перекачки газов, но и обеспечивает возможность работы в качестве вакуум-насоса. Предложенный мембранный компрессор может быть выполнен в виде отдельных узлов либо в общем корпусе.

В процессе исследований изготовлен мембранный компрессор, обеспечивающий диапазон рабочих давлений от 5 атм. до 200 атм. Компрессор имеет две рабочие камеры,

выполненные в виде полусфер радиусом 200 мм и содержащие мембраны толщиной 8 мм. Мембраны изготовлены из масло-бензостойкой резины (МБС) (ГОСТ 7338-90 Пластины резиновые и резинотканевые).

В качестве рабочей жидкости было использовано автомобильное масло, заполнившее гидравлическую систему, объем которой составляет 16 литров, с избыточным давлением 1,5 атм.

Подлежащей сжатию средой являлся воздух, находящийся при нормальном атмосферном давлении. Масляный шестеренный насос марки НШ-32, пропускная способность которого составляет 32 л/мин, приводился в действие трехфазным 4кВт электродвигателем, обеспечивающим 1440 об/мин. Были использованы медные трубопроводы с диаметром сечения 16 мм.

Воздух сжимали до 200 атм., а в качестве ресивера был использован баллон объемом 10 литров.

В распределителе потоков каналы, подключаемые к рабочим камерам, были выполнены диаметром 16 мм.

Учитывая пропускную способность насоса, цикл работы описанного мембранного компрессора составлял 1 минуту, в течение которой в ресивер поступало около 32 литров воздуха. Согласно основному уравнению газового состояния, которое можно с определенными допущениями применить к рассматриваемому процессу, в ресивер должно быть перекачено 2000 литров воздуха. Таким образом, теоретически процесс перекачки должен происходить 1,04 часа.

В результате работы компрессора заданное давление воздуха в ресивере было достигнуто за 1 час.

Благодаря предложенной конструкции данный компрессор выполнен в виде компактного устройства, длина трубопроводов в котором минимальна, что значительно снижает его материалоемкость.

Заявители:

 Иванов Ю.М.

 Мирович С.В.

 Чебан Г.Ф.

Библиографические данные:

[1] - патент США № 3790310, МПК F04B 9/10, F04B 35/02, оп.1974г.

[2] - патент США № 4750869, МПК F04B 35/02, оп.1988г.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ повышения давления газа в мембранном компрессоре путем вытеснения газа рабочей жидкостью, реализуемый в автоматическом циклическом режиме, в котором в рабочих камерах компрессора устанавливают границы газовой зоны, в которую от источника газа низкого давления вводят начальный объем газа при одном давлении, и жидкостной зоны, в которую при помощи распределителя потоков направляют поток рабочей жидкости при другом давлении, сжимают начальный объем газа до малого размера и высокого давления силовым воздействием, оказываемым на него через мембрану со стороны рабочей жидкости, выводят сжатый газ из газовой зоны в ресивер, переключают потоки рабочей жидкости из одной камеры в другую при помощи распределителя потоков, определяют момент переключения потоков рабочей жидкости из одной камеры в другую при помощи устройства управления распределителем потоков, переключаемого из одного устойчивого положения в другое, при этом при помощи распределителя потоков после переключения отключают подачу и сливают рабочую жидкость из одной камеры, а поток жидкости направляют в другую камеру, содержащую начальный объем газа, **отличающийся тем, что** гидравлическую систему компрессора заполняют рабочей жидкостью, находящейся под избыточным давлением относительно давления снаружи системы, и герметизируют, работой распределителя потоков управляют содержащейся в системе рабочей жидкостью при помощи устройства управления, переключаемого из одного устойчивого положения в другое под действием поступающих к нему потоков рабочей жидкости, момент переключения потоков рабочей жидкости задают установленным в устройстве управления значением давления, а переключение потоков рабочей жидкости производят при равенстве силы давления потока жидкости, поступающего к устройству управления, и силы, определяемой установленным значением давления.

2. Способ по п. 1, **отличающийся тем, что** избыточное давление создают путем принудительного нагнетания рабочей жидкости в гидравлическую систему через заправочный клапан после стравливания из нее воздуха через клапан стравливания, а значение избыточного давления рабочей жидкости составляет от 1,5 до 5 атмосфер.

3. Мембранный компрессор для осуществления способа по п.1, содержащий рабочие камеры (1,2) с мембранами, разделяющими камеры на газовую и жидкостную зоны, распределитель потоков (3), направляющий рабочую жидкость в камеры, устройство (4) управления распределителем потоков, насос (6) для подачи рабочей жидкости через

подводящий трубопровод (27) в распределитель потоков, приводимый в действие электродвигателем (7), входные трубопроводы, снабженные обратными клапанами, для подачи газа от источника газа низкого давления к газовым зонам рабочих камер, выходные трубопроводы, снабженные обратными клапанами, для подачи сжатого газа в ресивер (22), сливной трубопровод (28), отводящий рабочую жидкость от распределителя потоков, причем распределитель потоков подключен одним трубопроводом к одной рабочей камере и одному входу устройства управления, а другим – к другой рабочей камере и другому входу устройства управления, **отличающийся тем, что** гидравлическая система компрессора, включающая жидкостные зоны рабочих камер, распределитель потоков, устройство управления распределителем потоков, насос и соединяющие их трубопроводы, выполнена замкнутой, при этом сливной трубопровод подключен к насосу, устройство управления и распределитель потоков снабжены средствами зацепления (5), обеспечивающими их механическое взаимодействие, а рабочая жидкость в гидравлической системе находится под избыточным давлением относительно давления снаружи системы.

4. Мембранный компрессор по п. 3, **отличающийся тем, что** насос является шестеренным масляным насосом.

5. Мембранный компрессор по пп. 3 и 4, **отличающийся тем, что** мембрана выполнена из упругого и эластичного материала.

6. Мембранный компрессор по пп. 3-5, **отличающийся тем, что** средства зацепления представляют собой ведомый элемент, прикрепленный к распределителю потоков, и ведущий элемент, прикрепленный к устройству управления, при этом ведущий элемент жестко соединен с приспособлением, совершающим, по существу, линейное возвратно-поступательное движение, для преобразования его линейного возвратно-поступательного движения во вращательное движение ведомого элемента.

7. Распределитель потоков, имеющий корпус с выполненными в нем соединительными каналами, поочередно подключающими к подводящему трубопроводу (27), соединенному с насосом, и к сливному трубопроводу (28), по меньшей мере, два трубопровода, первый из которых соединен с одной рабочей камерой и одним входом устройства управления, а второй – с другой рабочей камерой и другим входом устройства управления, **отличающийся тем, что** корпус выполнен в виде полого цилиндра (30), имеющего в стенке, по меньшей мере, шесть отверстий, внутри которого расположен цилиндрический вал (31),

установленный в подшипниках (32) с возможностью вращения вокруг продольной оси относительно цилиндра и имеющий, по меньшей мере, четыре канала, причем одно отверстие цилиндра является впускным (37) и соединено с подводящим трубопроводом, другое отверстие цилиндра является выпускным (38) и соединено со сливным трубопроводом, остальные отверстия расположены попарно друг над другом в полостях (35,36), выполненных в стенке цилиндра в продольном направлении, по существу, симметрично относительно его продольной оси, к одной из полостей присоединен первый трубопровод, а к другой – второй трубопровод, в вале, по меньшей мере, в двух перпендикулярных его оси уровнях, выполнено по два канала так, что ось первого пересекает ось вала, при этом каналы каждого уровня пересекаются и, по существу, взаимно перпендикулярны, а точки пересечения осей каналов разного уровня смещены относительно оси вала в разные стороны по оси первого канала, первый канал (43) одного уровня расположен с возможностью постоянного соединения с впускным отверстием цилиндра, первый канал (45) другого уровня расположен с возможностью постоянного соединения с выпускным отверстием цилиндра, вторые каналы (44,46) каждого уровня расположены с возможностью соединения с отверстиями, выполненными в полостях, таким образом, что при повороте вала (31) канал одного уровня служит в качестве прохода для поочередной подачи рабочей жидкости в рабочие камеры, канал другого уровня служит в качестве прохода для поочередного слива рабочей жидкости из рабочих камер, а подача и слив рабочей жидкости происходит из разных рабочих камер одновременно, при этом на одном торце цилиндрического вала жестко закреплен элемент зацепления.

8. Распределитель потоков, по п. 7, **отличающийся тем, что** элемент зацепления выполнен в виде рычага (33), имеющего на конце гребенку (34), содержащую, по меньшей мере, два зубца.

9. Распределитель потоков по пп. 7 и 8, **отличающийся тем, что** первый и второй трубопроводы присоединены к соответствующим полостям в стенке цилиндра герметично.

10. Устройство управления распределителем потоков, переключаемое из одного устойчивого положения в другое, содержащее два цилиндра с установленными в них с возможностью возвратно-поступательного движения стержнями, состоящими из двух частей, разделенных кольцевой проточкой, один торец каждого стержня обращен к жидкостной полости, соединенной с трубопроводом, проходящим к соответствующей рабочей камере от распределителя потоков, **отличающееся тем, что** оно снабжено регулятором давления (47),

жестко закрепленным на одной стороне опорной плиты (54), имеющей в центре сквозное отверстие для прохождения штока (50) регулятора давления, имеющего куполообразный торец, на другой стороне опорной плиты симметрично относительно оси сквозного отверстия жестко закреплены цилиндры (56,57), между цилиндрами с возможностью, по существу, линейного возвратно-поступательного движения по поверхности плиты из одного устойчивого положения в другое размещен управляющий ползунок (74) в форме прямоугольного параллелепипеда, имеющий на сторонах, обращенных к цилиндрам, равные по длине выступающие стержни (75,76), проходящие внутри цилиндров через отверстия в их ближних торцах, а, по меньшей мере, на одной из двух других сторон, перпендикулярных поверхности плиты, закреплено, по меньшей мере, одно ребро (79), при этом стержни внутри цилиндров, представляющие собой поршни (58,66), на торце, обращенном к управляющему ползунку, снабжены направляющим стержнем (62,70) меньшего диаметра, на который надета спиральная пружина (63,72), выполняющая, по существу, функцию накопителя энергии, используемой для перемещения ползунка, а на торце, обращенном к жидкостной полости, снабжены средствами уплотнения (64,72), причем на торцах выступающих стержней ползунка, находящихся внутри цилиндров, закреплены стопорные пластины (77,78), в которые упираются спиральные пружины, на цилиндрах у дальних торцов симметрично относительно оси сквозного отверстия в опорной плите одним концом закреплены с возможностью поворота две штанги (80,81), другим концом соединяющиеся друг с другом при помощи пазового шарнирного соединения (88), обеспечивающего их взаимное смещение, у закрепленного конца на каждой штанге предусмотрена возвратная пружина (82,83) с упором на корпус цилиндра и выполнен выступ (84,86), входящий в зацепление с кольцевой проточкой (59,67) в поршне через вырез в стенке цилиндра с возможностью перемещения в нем под действием поршня, а управляющий ползунок в каждом устойчивом положении упирается в торец штока регулятора давления, выступающий над поверхностью опорной плиты.

11. Устройство управления распределителем потоков по п. 10, отличающееся тем, что регулятор давления выполнен в виде рычажного механизма, содержащего цилиндрический стержень (48) со сквозным отверстием (49) вдоль продольной оси, внутри которого размещен шток (50) с куполообразными торцами, выполненный с возможностью возвратно-поступательного движения, два удлиненных стержня (51,52) с нанесенной на них шкалой, закрепленных параллельно опорной плите (54), первый из которых жестко закреплен на ближайшем к опорной плите конце цилиндрического стержня, а второй закреплен с возможностью поворота на его противоположном конце, и спиральную пружину (53), при

этом один торец штока упирается во второй удлиненный стержень, другой торец штока через отверстие в опорной плите выступает над поверхностью, по которой перемещается ползунок (74), а спиральная пружина установлена между удлиненными стержнями путем закрепления в выполненных в них проточках.

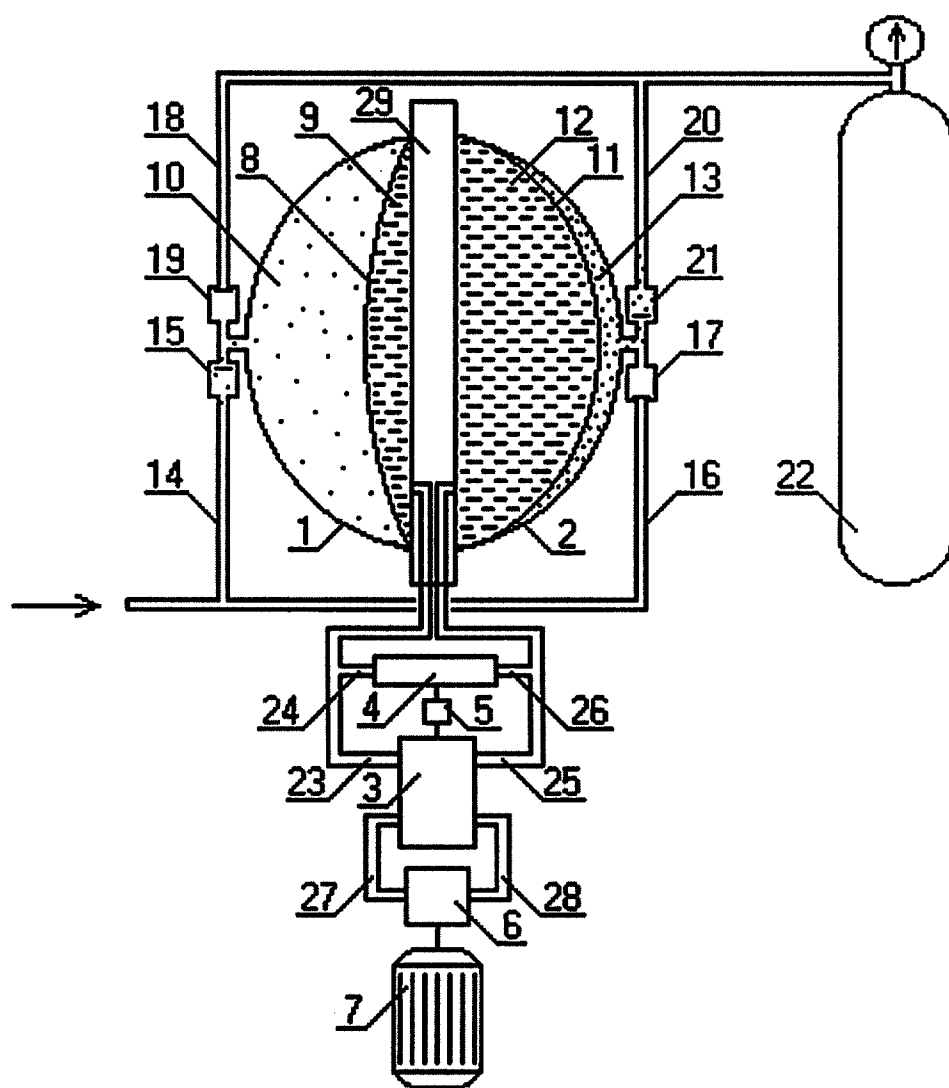
12. Устройство управления распределителем потоков по пп. 10 и 11, отличающееся тем, что выступ штанги имеет в продольном сечении форму прямоугольного треугольника и входит в вырез в стенке цилиндра острым углом, а прямой угол расположен со стороны ползунка.

Заявители:

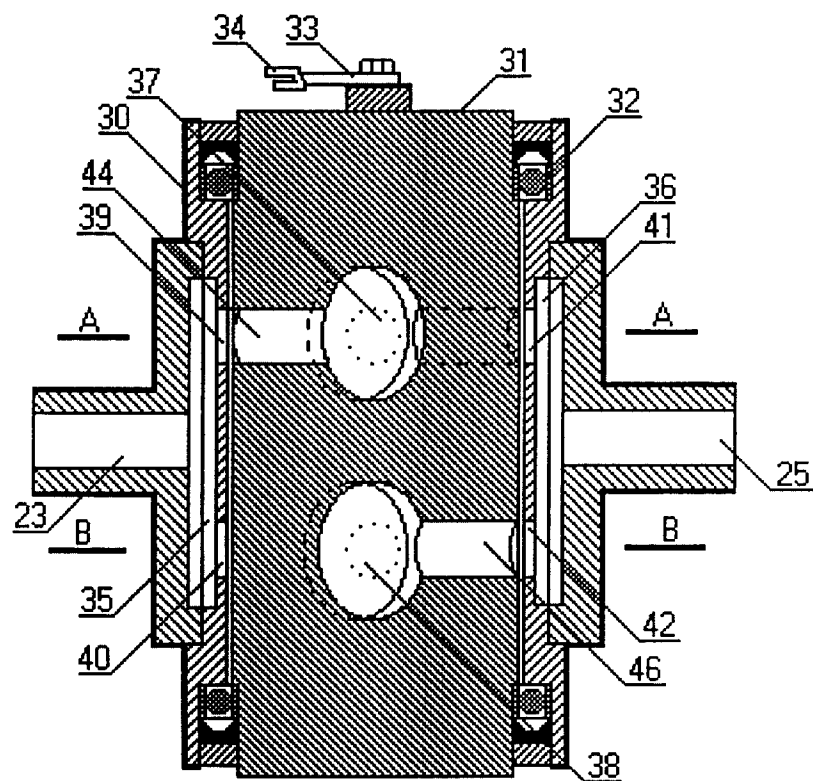
 Иванов Ю.М.

 Мирович С.В.

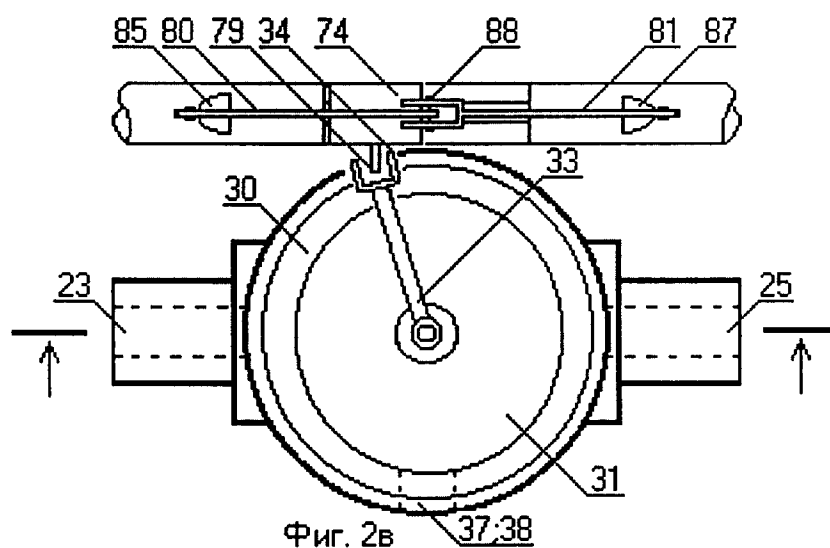
 Чебан Г.Ф.



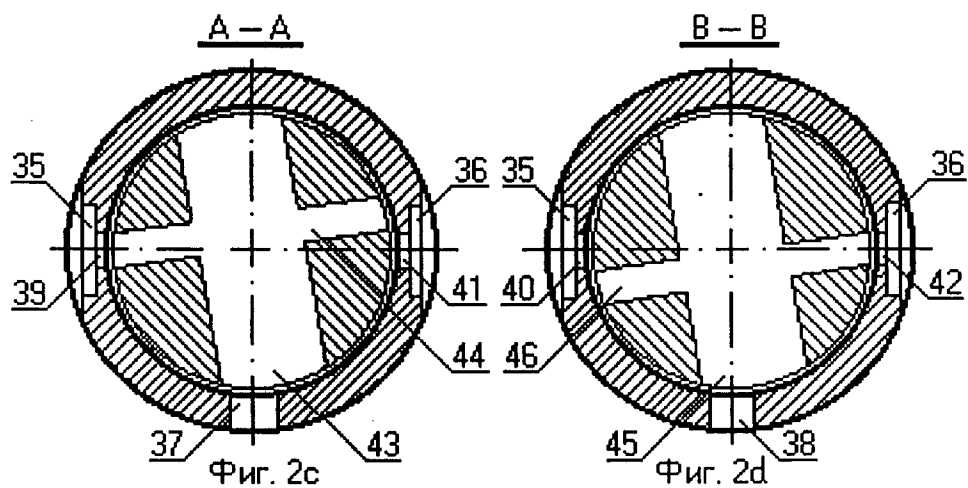
Фиг. 1



Фиг. 2а

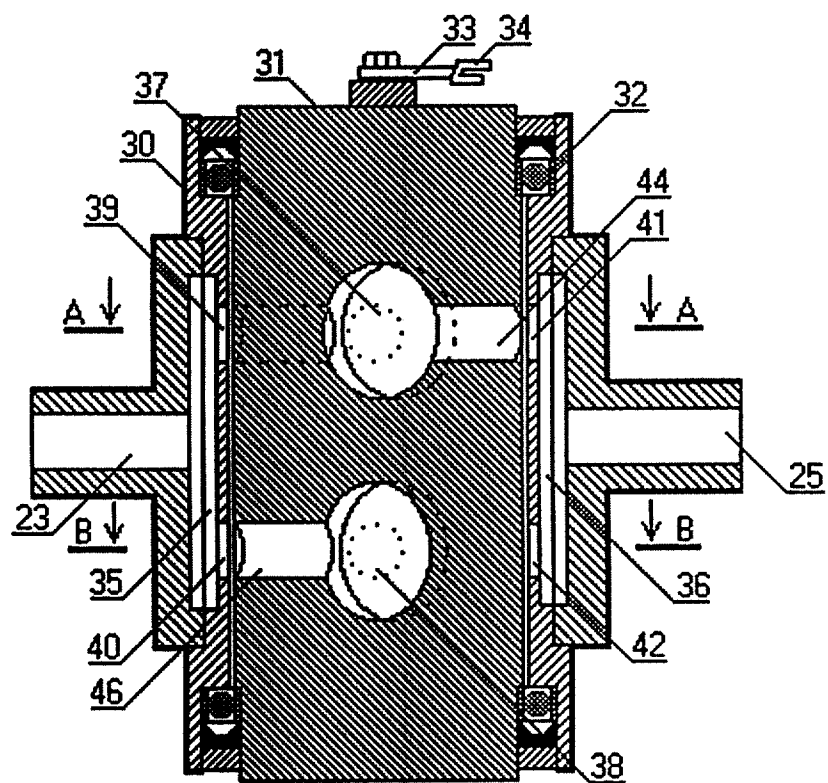


Фиг. 2в

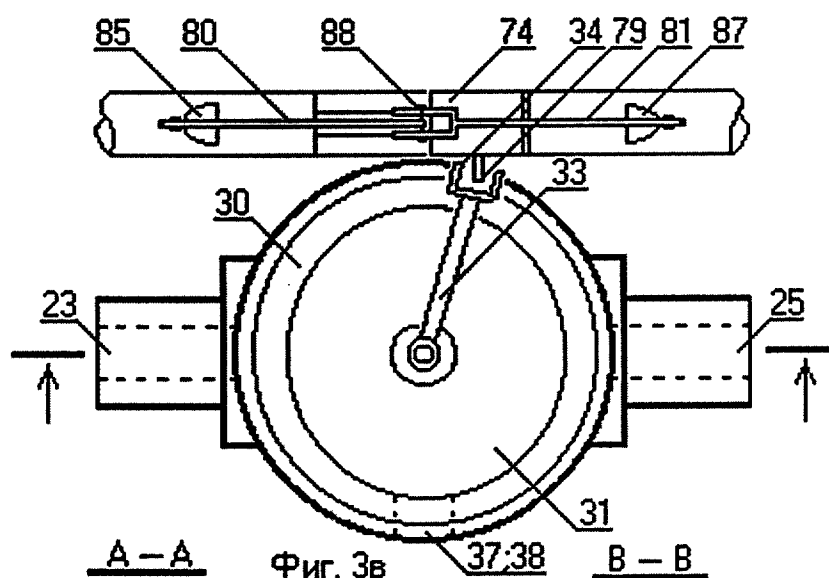


Фиг. 2с

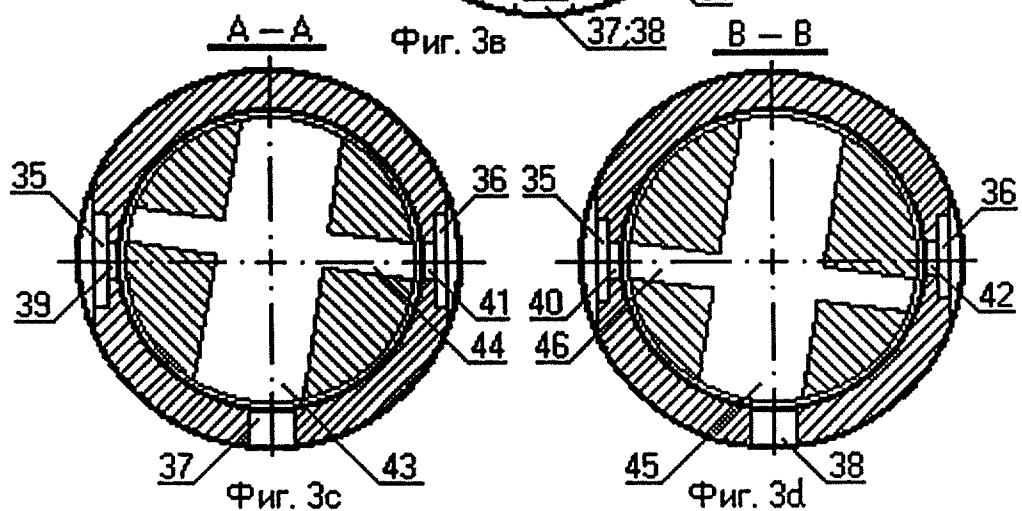
Фиг. 2д



Фиг. 3а

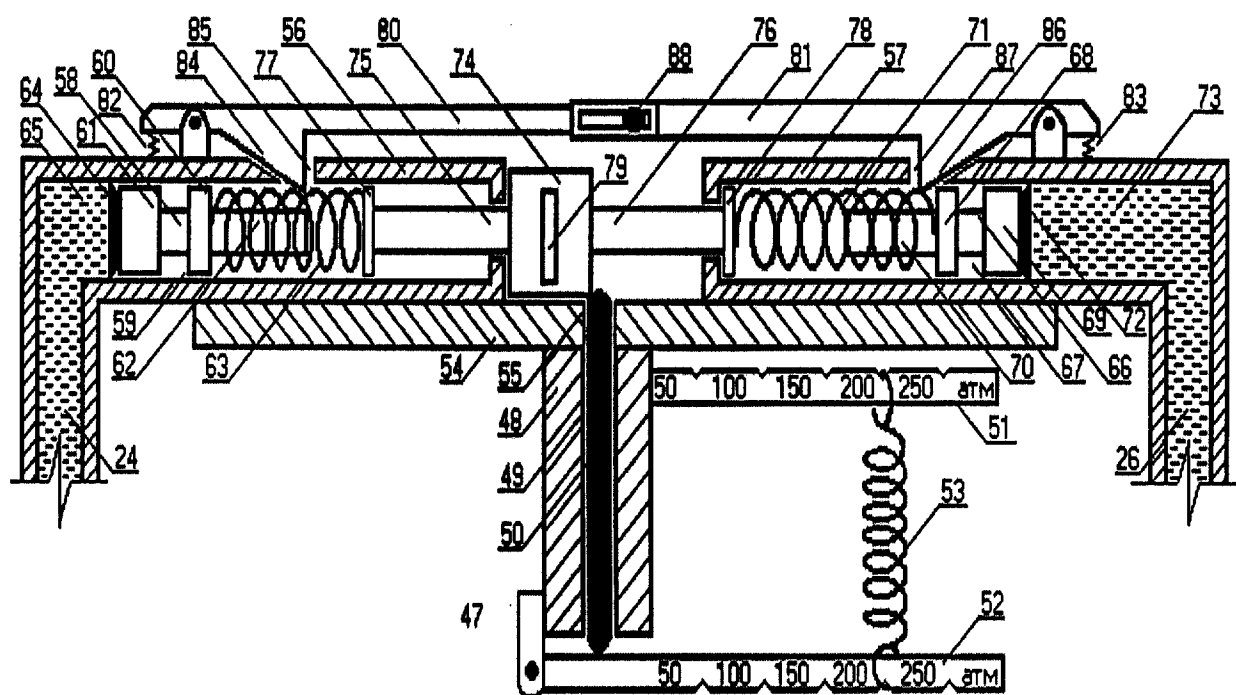


Фиг. 3в

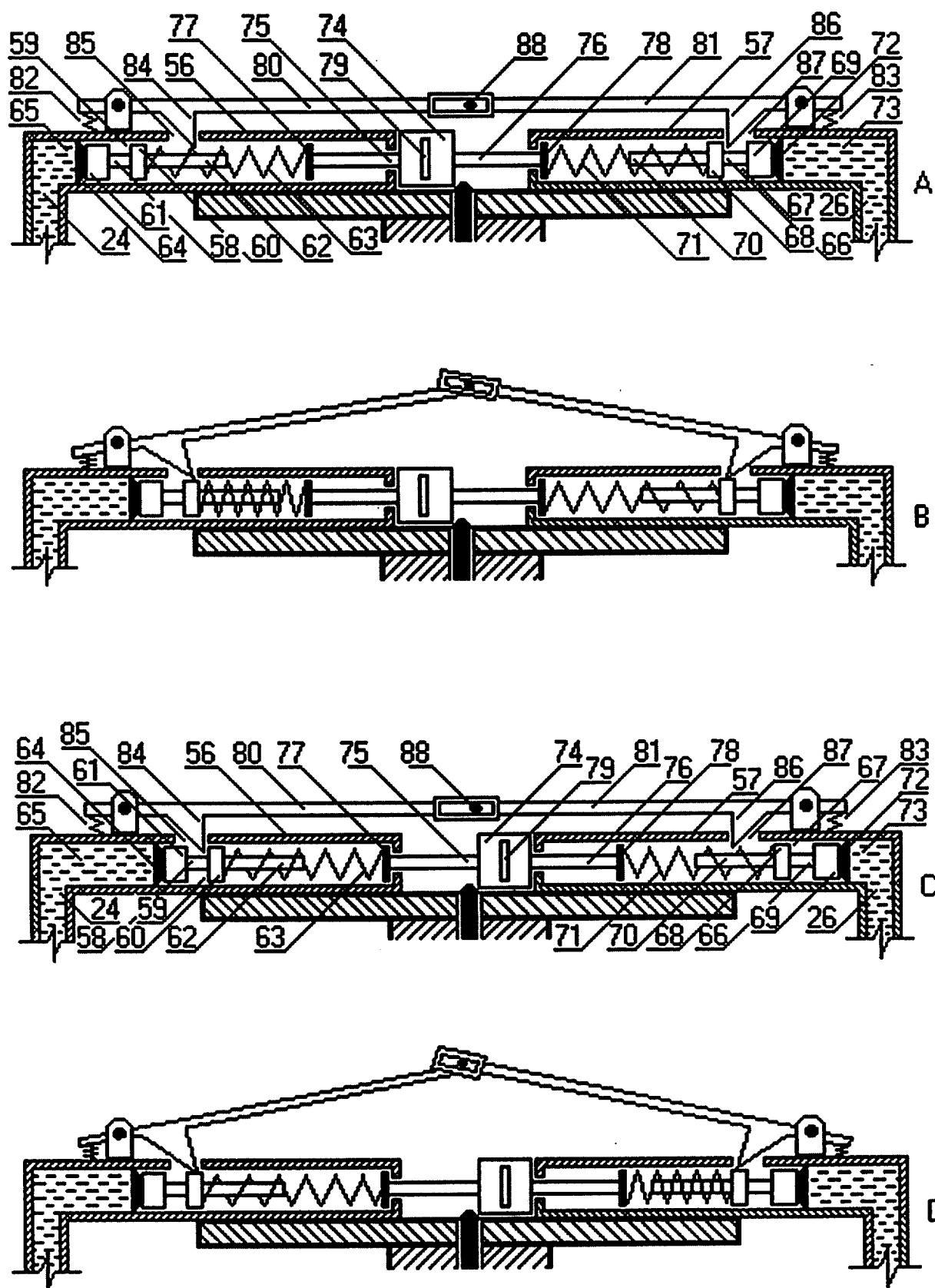


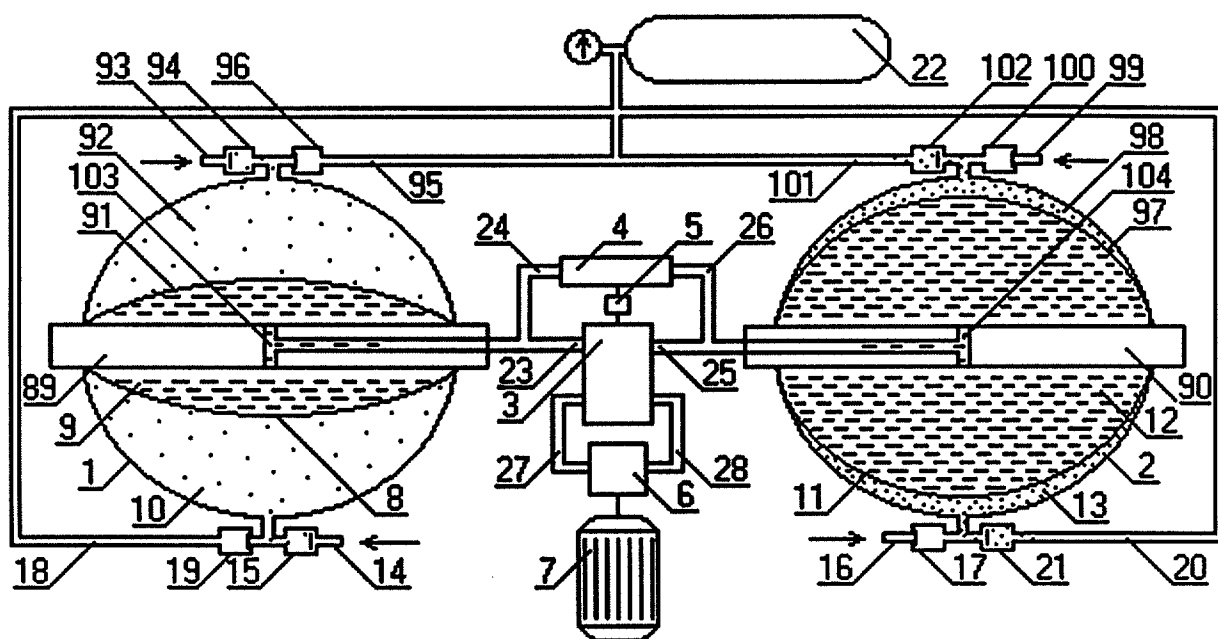
Фиг. 3с

Фиг. 3д



Фиг. 4





Фиг. 6

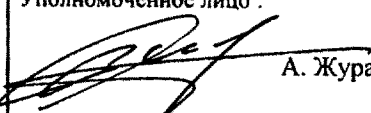
ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ

(статья 15(3) ЕАПК и правило 42)

Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

200400018

Дата подачи: 25 декабря 2003 (25.12.2003)		Дата испрашиваемого приоритета: 10 декабря 2003 (10.12.2003)	
Название изобретения: Способ повышения давления газа, мембранный компрессор для его осуществления, распределитель потоков и устройство управления распределителем потоков			
Заявитель: ИВАНОВ Юрий Михайлович и др.			
В связи с нарушением требования единства изобретения поиск проведен по пунктам формулы _____, ☐ указанным заявителем в письме от _____ ☐ т.к. заявитель не ответил на запрос, касающийся выбора объекта поиска			
А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:		F04B 45/053, 35/02, 39/10	
Согласно международной патентной классификации (МПК-7)			
Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:			
Минимум просмотренной документации (система классификации и индексы МПК-7): F04B 45/00, 45/04, 45/053, 45/10, 35/00, 35/02, 39/00, 39/08, 39/10			
Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в область поиска:			
В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ			
Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей		Относится к пункту №
A	US 4750869 A (BOOSTER TECHNOLOGIES, INC.) 14.07.1988, реферат		1-9
A	SU 1038571 A (Э.П. КАСПАРОВ и др.) 30.08.1983		1-9
A	US 5169295 A (TREN. FUELS, INC.) 08.12.1992, реферат, фиг. 1, 6A, 6B, 7 формула		1-9
A	US 2604758 A (A.E. SWINDLER) 29.07.1952		1-6
A	CH 592248 A (MARTIN JOSEF SEBASTIANI) 14.10.1977		1-12
A	DE 944048 A (WERNER ZARNACK) 17.05.1956		1-12
A	ХМ-4 Насосостроение, Новое в развитии гидроприводных объемных насосных агрегатов. Москва, Цинтихимнефтемаш, 1978, с. 73-75, 64-67		1-12
☐ последующие документы указаны в продолжении графы В ☐ данные о патентах-аналогах указаны в приложении			
* Особые категории ссылочных документов: "А" документ, определяющий общий уровень техники "Е" более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее "О" документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д. "Р" документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета "D" документ, приведенный в евразийской заявке "Т" более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения "Х" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности "У" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории "&" документ, являющийся патентом-аналогом "L" документ, приведенный в других целях			
Дата действительного завершения патентного поиска: 03 марта 2004 (03.03.2004)			
Наименование и адрес Международного поискового органа:		Уполномоченное лицо :	
Федеральный институт промышленной собственности Россия, 121858, Москва, Бережковская наб., 30-1. Факс: 243-3337, телетайп: 114818 ПОДАЧА		 А. Журавлев Телефон № (095) 240-3315	