

Отчет о производственной практике в компании «Фесто-РФ»

Выполнил : студент гр.4-33 Газимагомедов Ш.М.

Руководители : Маслов Л.Б., Кравцов И.А.

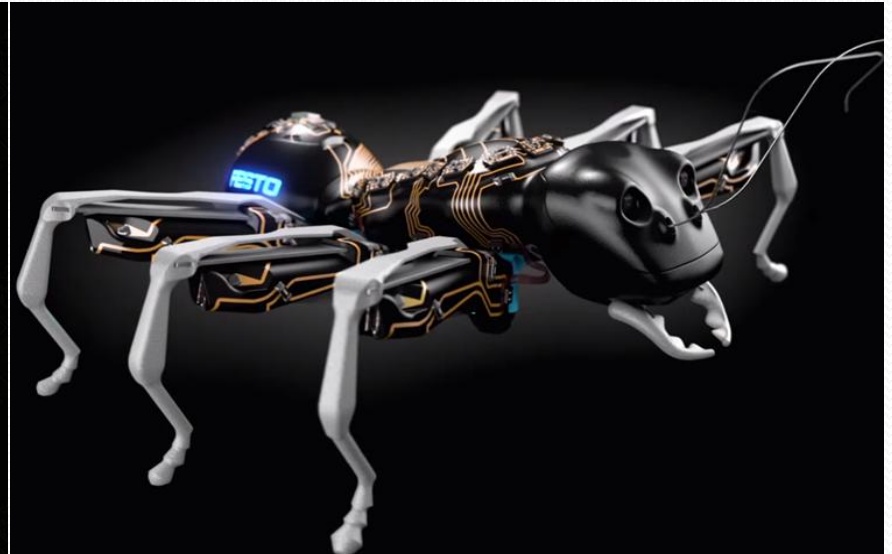
О компании

- **Festo** (рус. *Фесто*) — производитель промышленного оборудования и систем автоматизации, расположенный в Эслинген-на-Неккаре, Германия. Основными сферами деятельности компании являются пневмоавтоматика и автоматизация.

FESTO

История

- Концерн Festo был основан Готтлибом Штоллем и Альбертом Фецером в 1925 году. Изначально они производили деревообрабатывающее оборудование, а в индустрию автоматизации вошли намного позже. В 2000 году подразделение по производству электрических инструментов трансформировалось в отдельную компанию, которая стала называться Festool. В 2002 году Festo обратилась в Верховный суд США для разрешения дела *Festo Corp. v. Shoketsu Kinzoku Kogyo Kabushiki Co*



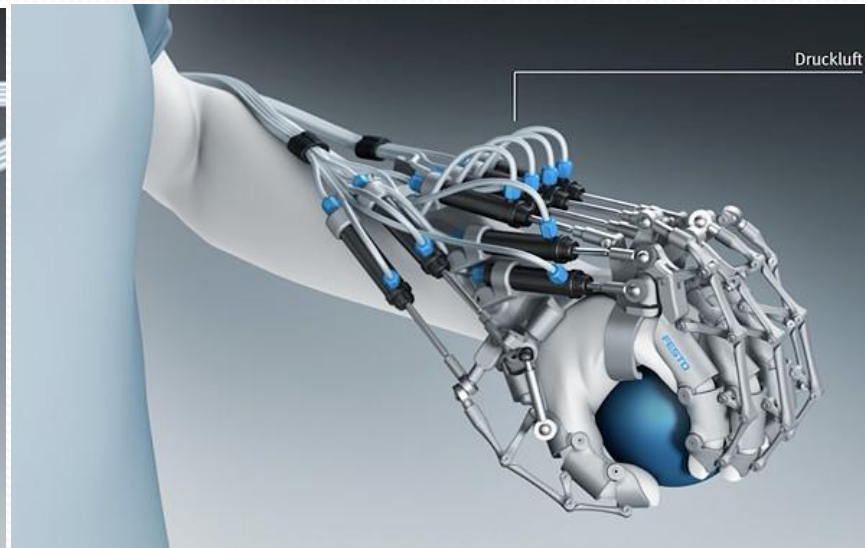
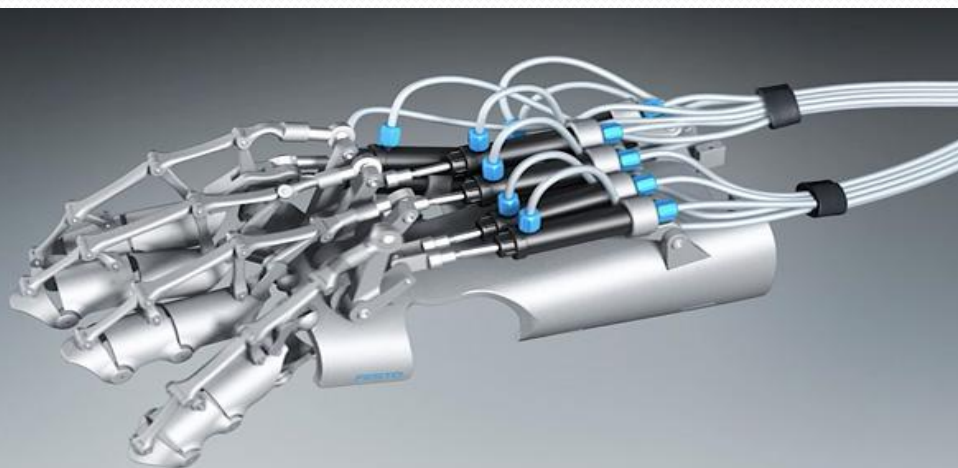
Выпускаемая продукция КОМПАНИИ

- Продукция варьируется от простых наборов и ассемблеров до решений с полной автоматизацией, включающих оборудование как самой Festo, так и сторонних производителей. Типичная задача компании - разработка специального производственного оборудования.
- Festo работает совместно с институтами, университетами и компаниями-разработчиками по программе Bionic Learning Network. Это программа позволяет реализовывать идеи и инициативы в сферах автоматизации и дидактики, которые потом могут пригодиться при разработке новых продуктов



FESTO в СНГ

- История присутствия Festo в России началась, когда в 1971 году компания заключила с Министерством станкостроения СССР первый контракт на поставку оборудования для автоматизации. В 1988-1989 годах в Москве появились первые представительства Festo, ведущие работу по автоматизации производства и обучению персонала. Позже представительства компании появились и в других крупных городах Российской Федерации.
- В 2003 году был открыт филиал группы компаний в г. Алматы, Республика Казахстан, для проведения технической и консультационной поддержки по автоматизации производств в республиках Центральной Азии, ускорения поставки как отдельных пневматических и электронных компонентов, так и систем "под ключ" (шкафы управления). Помимо этого, при филиале проводятся специализированные практические тренинги по (Электро-) Пневмоавтоматике, (Электро-) Гидроавтоматике, Программированию логических контроллеров (СПЛК), Управлению температурой, расходом, давлением и шинным технологиям.
- Также Festo издаёт в России корпоративный журнал «Тенденции в Автоматизации».



Постановка задачи

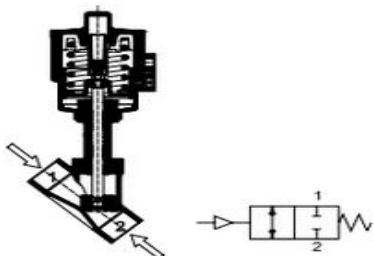
- Определение способности нетеплорассеивающих элементов, аппаратуры или других изделий работать и (или) сохранять свои параметры в условиях низкой температуры, для которых воздействие быстрого изменения температуры не является опасным. Данный метод предназначен для изделий, которые обычно подвергаются воздействию низкой температуры в течение времени, достаточного для достижения температурной стабильности.

Испытуемое оборудование

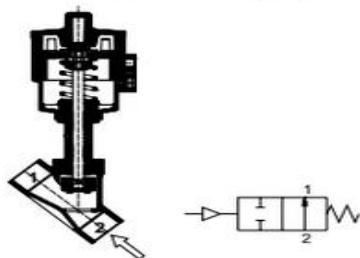
- Пневмоцилиндрический седельный клапан VZXF-клапан, предназначенный для регулирования газообразных или жидких сред в открытых или закнутых контурах



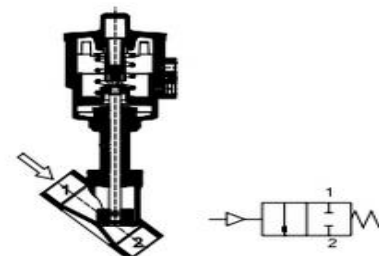
Н.З. с потоком в двух направлениях, с защитой от гидравлического удара



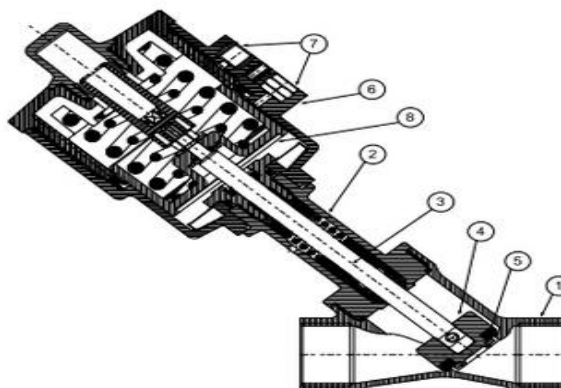
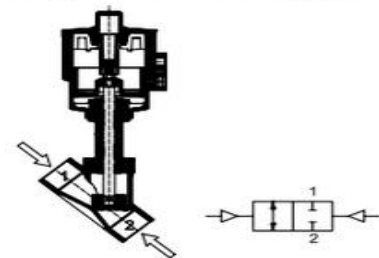
Н.О. с потоком из-под седла



Н.З. с потоком над седлом



Двустороннего действия, с потоком в двух направлениях



№	Материалы	ARES	ZEUS
1	Корпус - нержавеющая сталь	AISI 316	Бронза
2	Корпус - нержавеющая сталь	AISI 316	Латунь
3	Шток	AISI 316L	Нержавеющая сталь
4	Плунжер	AISI 316L	Нержавеющая сталь
5	Уплотнение	PTFE	PTFE
6	Привод	Полиамид PA66+GF30%	Полиамид PA66+GF30%
7	Присоединение привода	Нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь
8	Поршень	Латунь никелированная	Латунь никелированная

Свойства и технические характеристики

- Прочный: предназначен для загрязненных или газообразных сред с вязкостью до 600 мм²/с
- Исполнение из нержавеющей стали с высокой термостойкостью
- Надежное смыкание при потере давления благодаря функции Н.З. (нормально закрытого положения)
- Исполнения:
- Газ: закрывается с потоком среды
- Жидкости: закрывается против потока среды

Технические характеристики

- Функция: 2/2-распределители, Н.З.
- Исполнение: Тарельчатый седельный клапан с пружинным возвратом
- Тип управления: Внешнее управление
- Монтажное положение: Любое
- Присоединительная резьба: Резьба G и резьба NPT
- Материал корпуса распределителя: Отливка из нержавеющей стали
- Материал привода: Бронзовый сплав (томпак)
- Нержавеющая сталь
- Материал уплотнения седла: Латунь Нитрил-бутадиен-каучук,
- Отверстие для среды управления: G1/8"
- Температура сред [°C] Нитрил-бутадиен-каучук: -10 ... +80 °C ПТФЭ: -40 ... +200 °C
- Номинальное давление: PN10, PN16

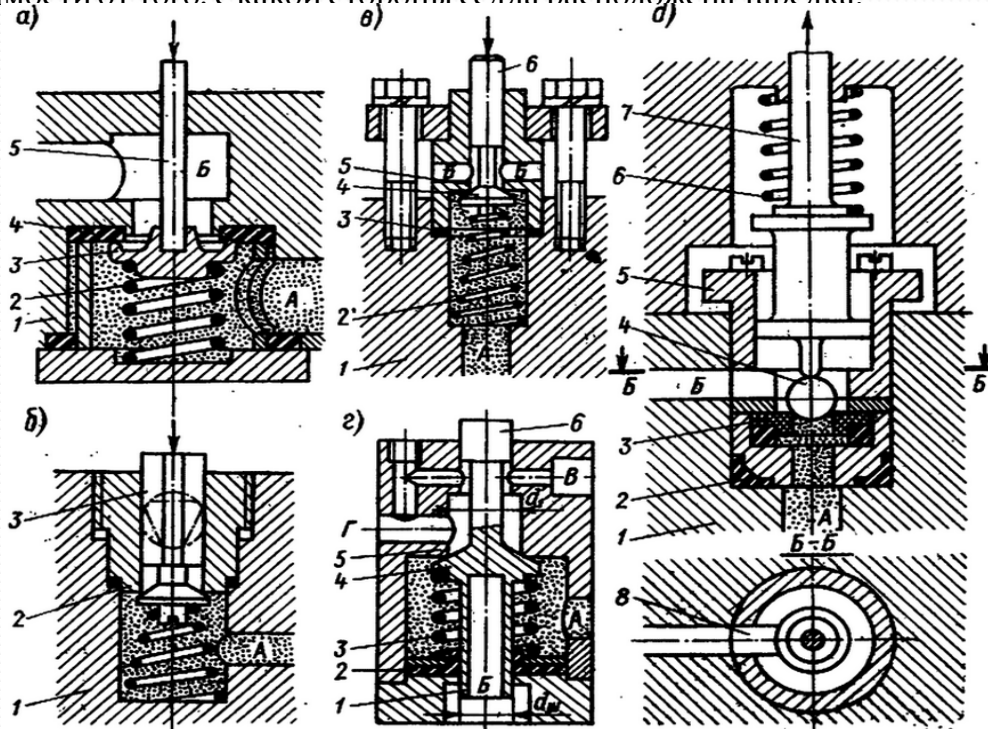
Принцип работы

- Классификация пневматических клапанов. Пневматические клапаны широко применяются для выполнения различных операций со сжатым воздухом: впуска его в те или иные элементы выключателя и выпуска из них, впуска в дугогасительное устройство, выпуска (сброса) в определенный момент времени, ограничения или прекращения его подачи и т. д.
Управление клапанами, т. е. их открытие и закрытие, производится или механически или сжатым воздухом. В соответствии с этим по способу управления клапаны подразделяются следующим образом:
клапаны с механическим управлением, при котором перемещение их подвижных частей производится какой-либо посторонней силой, воздействующей на шток клапана, например рукой, электромагнитом, пневматическим приводом и т. п.;
клапаны с пневматическим управлением, при котором перемещение их подвижных частей производится сжатым воздухом.
По своему назначению клапаны подразделяются на следующие типы:
пусковые, которые подают небольшое количество воздуха в момент начала операции (включение или отключение); открытие их осуществляется электромагнитом или пусковой кнопкой;
дутьевые, предназначенные для подачи сжатого воздуха в дугогасительное устройство или выпуска из него;
вспомогательные.
Пневматические клапаны по конструктивному выполнению подразделяются на тарельчатые и золотниковые.
Тарельчатые клапаны. Пространство внутри корпуса 1 типичного тарельчатого клапана разделено перегородкой на две полости (рис. 10,а), одна из которых сообщается с резервуаром, заполненным сжатым воздухом (и, следовательно, при работе выключателя в ней постоянно находится сжатый воздух), а другая заполнена воздухом при атмосферном давлении. В перегородке, отделяющей одну полость от другой, имеется отверстие, называемое выходным отверстием клапана. Оно закрыто тарелкой 3. Поверхность перегородки, которая соприкасается с тарелкой, называется седлом клапана.

- Для того чтобы устранить перетекание воздуха из полости А в полость Б, тарелка должна плотно прилегать к седлу. Для этой цели на перегородке закреплено резиновое кольцо 4, с которым соприкасается тарелка 3. Сжатый воздух, находящийся в полости А, может попасть в полость Б только в случае, если тарелка отойдет на некоторое расстояние от седла. Тарелка является подвижной частью клапана, при ее перемещении осуществляется открытие и закрытие клапана.

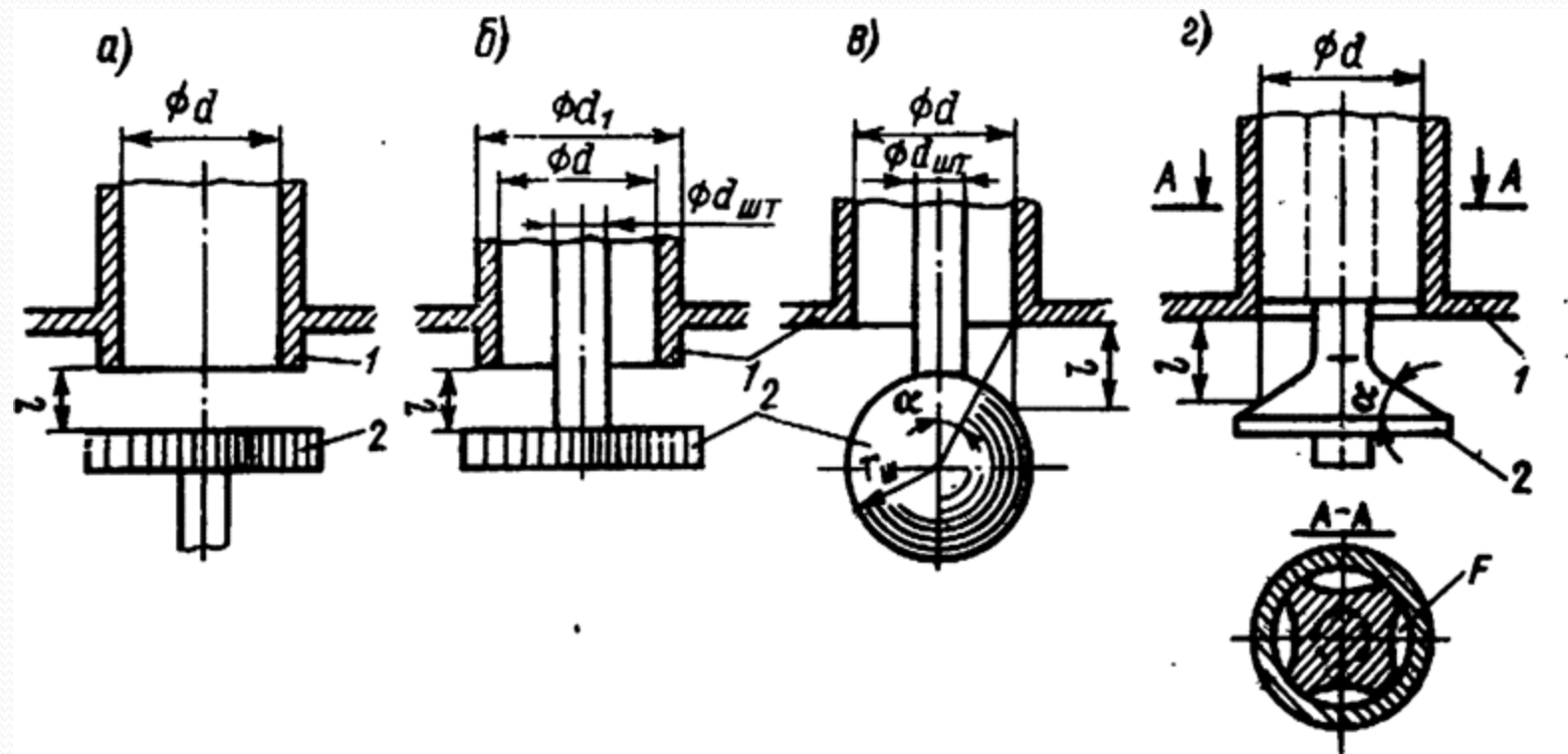
Для открытия клапана необходимо нажать на шток 5 и тем самым несколько опустить тарелку 3. Когда тарелка отойдет от седла, то между ними образуется кольцевая щель, сквозь которую будет происходить перетекание воздуха из полости А в полость Б. Клапан открыт, пока тарелка опущена. Для закрытия клапана следует прекратить нажатие на шток, тогда тарелка и шток под действием пружины 2 поднимутся вверх и тарелка прижмется к седлу.

Поскольку тарелка отделяет полость А, заполненную сжатым воздухом, от полости Б, заполненной воздухом при атмосферном давлении, сжатый воздух будет прижимать тарелку к седлу (рис. 10, а) или, наоборот, отжимать ее от седла (рис. 10,5) в зависимости от того, с какой стороны седла расположена тарелка.



- Сила, с которой сжатый воздух прижимает тарелку клапана к седлу (рис. 10,а), равна произведению давления, под которым находится сжатый воздух в пространстве L , и площади круга» диаметр которого равен диаметру тарелки. Для открытия клапана необходимо преодолеть силу пружины плюс силу, с которой сжатый воздух давит на тарелку, если он прижимает ее к седлу, или же преодолеть силу пружины минус силу, с которой сжатый воздух давит на тарелку, если он отжимает ее от седла. Сила, с которой сжатый воздух давит на тарелку, может достигать нескольких десятков тысяч ньютонов
- Как видно из этого примера, для открытия большого тарельчатого клапана необходимо специальное устройство, которое бы воздействовало на шток клапана и обеспечивало быстрое преодоление значительного усилия: Конструктивно такое устройство может быть выполнено в виде рычажной передачи, мощного электромагнита или пневматического поршневого механизма. Это устройство может быть помещено отдельно от клапана и соединено со штоком последнего посредством рычажной передачи или встроено в клапан, представляя с ним одно целое.
Конструкция тарельчатых клапанов, применяемых в воздушных выключателях, весьма разнообразна. Это разнообразие обуславливается конструктивным выполнением тарелки и седла, назначением клапана, количеством воздуха, которое должен подавать клапан, и другими обстоятельствами. Так, тарелка может иметь форму диска, конуса или шара. Плотность прилегания тарелки к седлу, обеспечивающая герметичность клапана, достигается не только применением резинового уплотнения, но и другими, описанными ниже способами.
Расход воздуха, который должен обеспечивать клапан, в зависимости от его назначения изменяется в весьма широких пределах, а именно от нескольких кубических сантиметров до нескольких кубических метров (приведен к атмосферному давлению).

- Диаметр отверстия в седле d и ход тарелки клапана / определяются расходом воздуха. Тарелка должна перемещаться на такое расстояние, чтобы боковая поверхность цилиндра диаметром d и высотой z была равна или несколько больше площади выходного отверстия (рис. 11). В последней формуле хода тарельчатого клапана F (рис. 11, г) равна площади, образуемой поверхностью канала седла и выемкой в штоке. Если шток выполнен по рис. 11, г, то в формулу вместо F следует поставить $0,195 (d_2 - d_2 m)$. 1-седло, 2-тарелка



- Тарельчатые клапаны с механическим управлением. Наиболее простое устройство имеют тарельчатые клапаны, которые должны подавать (или выпускать) всего лишь несколько десятков кубических сантиметров сжатого воздуха. Такой клапан имеет небольшой диаметр выходного отверстия и применяется в качестве пускового, т. е. его открытие приводит в действие воздушный выключатель. Открывают такой клапан электромагнитом при дистанционном управлении или рукой оператора при ручном управлении. Клапаны, предназначенные для подачи сжатого воздуха во вспомогательные элементы выключателя, например в различные, поршневые механизмы, имеют несколько большие размеры и более сложную конструкцию.

Для гашения электрической дуги требуется значительное количество сжатого воздуха; от нескольких сотен до нескольких тысяч кубических дециметров (в зависимости от номинального напряжения и номинального тока отключения). Поэтому диаметр выходного отверстия дутьевого клапана должен быть достаточно большим. На рис. 10 представлены различные конструкции пусковых и вспомогательных клапанов. Направление перемещения штока

при открытии клапана показано на этих рисунках стрелкой. В клапане, изображенном на рис. 10, а, полость А соединяется воздухопроводом с резервуаром выключателя, а полость Б — с каким-либо из механизмов этого выключателя, например с приводом. Седло 4 представляет собой кольцевую резиновую прокладку, которая плотно прижимается металлическим цилиндром к перегородке, разделяющей полости корпуса 1. Тарелка 3 имеет кольцевой буртик, по поверхности которого происходит ее соприкосновение с седлом. Тарелка свободно насажена на шток 5, проходящий через направляющее отверстие в корпусе. Если полость Б должна заполняться сжатым воздухом кратковременно, то уплотнение между штоком 5 и корпусом 1 может не устанавливаться. Прижатие тарелки к седлу осуществляется как силой пружины 2, так и давлением сжатого воздуха на тарелку клапана.

Для того чтобы уменьшить усилие, необходимое для открытия клапана, последний можно выполнить так, чтобы сжатый воздух стремился открыть клапан, а пружина препятствовала этому. Тогда для открытия клапана необходимо приложить к штоку лишь силу, несколько большую, чем разность между силой пружины и силой давления воздуха на тарелку

В корпусе (рис.10,г) имеется гнездо под седло и два взаимно перпендикулярных канала А и Б. Седло 3 выполнено в виде кольца из фибры, уложенного в металлическую оправку. Седло удерживается в корпусе 1 посредством фланца 5. Выходное отверстие в седле 3 закрывается стальным шариком 4, который прижимается к седлу штоком 7 под действием пружины 6. В нижней части стакана 5 имеется центральное отверстие, по диаметру несколько превышающее шарик 4, а также радиальная прорезь 8 по ширине канала Б. Резиновая прокладка 2 предотвращает утечку воздуха из канала А через кольцевую щель между оправкой и корпусом. Сжатый воздух, находящийся в канале А, стремится отжать шарик от седла и проникнуть в канал Б, но этому препятствует пружина 6. Для открытия клапана необходимо приподнять шток. Тогда сжатый воздух поднимет шарик 4 и проникнет в канал Б.

На рис. 10, в изображен тарельчатый клапан, предназначенный для быстрого выпуска незначительного количества воздуха из канала А в атмосферу через каналы Б. Уплотнение в месте соприкосновения тарелки 4 с седлом 5 обеспечивается притиркой тарелки к седлу. Втулка, нижний торец которой является седлом 5, крепится к корпусу 1 клапана двумя болтами. Между седлом и корпусом имеется фибровая прокладка 3. Втулка имеет один продольный канал и два поперечных канала Б. В продольный канал входит шток 6, представляющий одно целое с тарелкой 4. В месте перехода в тарелку шток имеет меньший диаметр. Открытие клапана осуществляется опусканием штока 6 с тарелкой 4. При этом сжатый воздух выходит из канала А в атмосферу через каналы Б. Закрытие клапана осуществляется пружиной 2 после прекращения действия силы, опустившей шток.

В некоторых случаях (рис. 10,б) втулка с седлом 2 не выступает над корпусом клапана /, а утоплена в нем. При этом выпуск воздуха в атмосферу можно осуществить, придав штоку 3 в сечении форму треугольника с закругленными углами. Воздух из канала А будет выходить в атмосферу через зазоры между гранями штока и внутренней поверхностью втулки с седлом.

а рис. 7-13, г изображен разгруженный пусковой клапан. Пространство А внутри корпуса этого клапана сообщается с резервуаром со сжатым воздухом. Тарелка 4 и шток являются одной деталью. Нижняя часть штока 1 проходит через манжету 2 и выходит в канал Б, в котором находится воздух при атмосферном давлении. Верхняя часть штока заканчивается головкой 6. Тарелка 4 прижимается к седлу 5 под действием пружины 3 и силы давления сжатого воздуха на кольцевую поверхность, равную $0,785(d_2^2 - d_1^2)$. Выбирая ту или иную разность диаметров d_1 и d_2 можно изменять силу, необходимую для открытия клапана. При $d_1 = 0$ эта сила будет наибольшей, что соответствует неразгруженному клапану, когда нижняя часть штока не выходит из пространства А.

Для открытия клапана необходимо нажать на головку 6 и опустить ее. При опускании головки ее боковая поверхность перекрывает отверстие канала В, а тарелка отходит от седла 5. Тем самым открывается выход воздуху из пространства А в канал Г и далее, под поршень промежуточного канала (на рисунке не показан). При закрытии клапана головка штока 6 открывает отверстие канала В, через которое выходит сжатый воздух, находящийся под поршнем промежуточного канала и в канале Г. Рассмотренные выше клапаны используются в качестве пусковых. Так как диаметр этих клапанов небольшой, то надежное открытие их может быть осуществлено электромагнитом сравнительно небольшой мощности.

Открытие клапанов с выходным отверстием большого диаметра, например дутьевых, требует значительных усилий и осуществляется рычажным механизмом, соединенным с пневматическим приводом, который приводит в действие выключатель

Методика испытания

- Проводится проверка работоспособности (5 переключений) изделия(-ий) при комнатной температуре ($+20\pm 3^{\circ}\text{C}$), определяются утечки воздуха по методу отсеченного объема и по показаниям приборов (расходомеров), результаты заносятся в табл. 1 (приложение 1);
- Изделие(-я) устанавливается в камеру, температура понижается до $-30\pm 1^{\circ}\text{C}$, изделие выдерживается при данной температуре 30 минут, проводится срабатывание изделия 5 раз, проверяется (визуально и/или с помощью приборов) его работоспособность, замеряются утечки (расход в канале 1), результаты заносятся в табл. 2 (приложение 1).
- Температура понижается до -40°C , выдерживается 30 минут и проводятся аналогичные замеры, результаты заносятся в табл. 4.
- Температура понижается до -50°C , выдерживается 30 минут и проводятся аналогичные замеры, результаты заносятся в табл. 6.
- Температура понижается до -60°C , выдерживается 30 минут и проводятся аналогичные замеры, результаты заносятся в табл. 8.

Результаты испытания

- $t=-30^{\circ}$: при подаче давления клапан срабатывает спустя 3 секунды. При попадании давления в приводе клапан закрывался мгновенно. Утечка составила 0.03.
- $t=-40^{\circ}$: при подаче давления клапан срабатывает спустя 2,7 секунды. При попадании давления в приводе клапан закрывался мгновенно. Утечка составила 0.035.
- $t=-50^{\circ}$: при подаче давления клапан срабатывает спустя 2,3 секунды. При попадании давления в приводе клапан закрывался мгновенно. Утечка составила 0.035.
- $t=-60^{\circ}$: при подаче давления клапан срабатывает спустя 2 секунды. При попадании давления в приводе клапан закрывался мгновенно. Утечка составила 0.07.
- Изделие «Седельный клапан VZXF-L-M22C-M-A-G2-CS» при температуре $+20^{\circ}\text{C}$ и при воздухе испытаний, соответствующему классу 2-1-2 по ISO 8573-1:2010 сохранило работоспособность, при этом срабатывало без сбоев, но с задержкой 2 секунды, утечки зафиксированы не были.
- При температурном диапазоне от -30°C до -50°C клапан сохранил работоспособность, на задержка срабатывания сохранилась на уровне 2 секунд, утечка при этом составляла 0,03-0,035 л/мин;
- При температуре -60°C клапан сохранил работоспособность, на задержка срабатывания сохранилась на уровне 2 секунд, утечка при этом составляла 0,07 л/мин;

• $N_{\text{сраб}}$ – количество срабатываний изделия;

• p – давление в системе;

• Δp – падение давления в системе во время испытаний;

• Δt – время, за которое давление в системе упадет на величину Δp (если падения давления не наблюдается, то Δt – время испытаний);

• q – утечка рассчитанная по методу отсеченного объема;

• q_{np} – утечка по показаниям расходомеров.

Таблица 1

Результаты измерений при температуре $-30\pm 1^\circ\text{C}$

№ цикла	$N_{\text{ср.аб}}$	Метод отсеченного объема						Показания расходомеров				
		p , бар	Δt , с	Δp , бар	q , л/мин		q , л/час		$q_{\text{пр}}$, л/мин		$q_{\text{пр}}$, л/час	
					Выкл.	Вкл.	Выкл.	Вкл.	Выкл.	Вкл.	Выкл.	Вкл.
1	5	6	1	0.02		0.015		0.9		0.03		1.8

Таблица 2

Результаты измерений при температуре $-40\pm 1^\circ\text{C}$

№ цикла	$N_{\text{ср.аб}}$	Метод отсеченного объема						Показания расходомеров				
		p , бар	Δt , с	Δp , бар	q , л/мин		q , л/час		$q_{\text{пр}}$, л/мин		$q_{\text{пр}}$, л/час	
					Выкл.	Вкл.	Выкл.	Вкл.	Выкл.	Вкл.	Выкл.	Вкл.
1	5	6	1	0.02		0.015		0.9		0.035		2.1

Таблица 3

Результаты измерений при температуре $-50\pm 1^\circ\text{C}$

№ цикла	$N_{\text{ср.аб}}$	Метод отсеченного объема						Показания расходомеров				
		p , бар	Δt , с	Δp , бар	q , л/мин		q , л/час		$q_{\text{пр}}$, л/мин		$q_{\text{пр}}$, л/час	
					Выкл.	Вкл.	Выкл.	Вкл.	Выкл.	Вкл.	Выкл.	Вкл.
1	5	6	1	0.02		0.015		0.9		0.035		2.1

Таблица 4

Результаты измерений при температуре $-60\pm 1^\circ\text{C}$

№ цикла	$N_{\text{ср.аб}}$	Метод отсеченного объема						Показания расходомеров				
		p , бар	Δt , с	Δp , бар	q , л/мин		q , л/час		$q_{\text{пр}}$, л/мин		$q_{\text{пр}}$, л/час	
					Выкл.	Вкл.	Выкл.	Вкл.	Выкл.	Вкл.	Выкл.	Вкл.
1	5	6	1	0.05		0.0035		0.21		0.07		4.2

Вывод

- **Вывод:**
- Данное изделие признано исправным и прошедшим низкотемпературные испытания до -60 градусов, так как утечка 0,07 л/мин является незначительно и входит в поле допусков на утечку. Задержка в 2 секунды признана не существенной, так не влияет на технические процессы в установке в целом.