

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра электротехники, электропривода и
промышленной электроники

Назначение пневматических систем и их графическое представление

Методические указания к практическим занятиям и
самостоятельной работе

Новокузнецк

2019

УДК XXXXXXXXXXXXX
XXXX

Составители:

Богдановская Татьяна Вениаминовна
Игнатенко Оксана Александровна
Кубарев Василий Анатольевич

Рецензент

кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедры
автоматизации и информационных систем СибГИУ
М.В. Ляховец

XXXX Назначение пневматических систем и их графическое представление: Методические указания к практическим занятиям по дисциплинам / Сост. Т. В. Богдановская, О.А. Игнатенко, Кубарев В.А. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2019. – 58 с.

Излагаются основы пневмоавтоматики высокого давления. Рассмотрены условные графические обозначения элементов пневмоавтоматики. Описаны принципы построения пневматических систем.

Основная цель методических материалов – помочь студентам приобрести навыки решения задач реализации изучаемых объектов в профессиональной области.

Предназначены для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, и 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, а также могут быть использованы студентами смежных специальностей при выполнении практических занятий, курсового и дипломного проектирования.

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 4 |
| 1 НАЗНАЧЕНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ..... | 5 |
| 1.1 Классификация пневмоустройств..... | 5 |
| 1.2 Применение пневматических систем..... | 7 |
| 1.3 Достоинства и недостатки пневмосистем | |
| 1.4 Критерии учитываемые при проектировании пневмосистем | |
| 2 ЭЛЕМЕНТЫ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ..... | 20 |
| 2.1 Производство и распределение сжатого воздуха..... | 20 |
| 2.2 Пневмоаппараты..... | 23 |
| 2.3 Логическо-вычислительные элементы (процессоры)..... | 25 |
| 2.4 Исполнительные устройства..... | 26 |
| 2.5 Примеры работы пневматических систем..... | 26 |
| 3 ПРАВИЛА ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СХЕМ..... | 35 |
| 3.1. Условные графические изображения пневмоэлементов..... | 35 |
| 3.2. Компоновка схемы. Решения | 49 |
| 4 ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПРОРАБОТКИ..... | 52 |
| 4.1 Несложные схемы пневмоавтоматики..... | 52 |
| 4.2 Вопросы для самостоятельной проработки..... | 55 |
| 4.3 Контрольная работа..... | 57 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... | 58 |

ВВЕДЕНИЕ

Пневматические устройства давно играют важную роль в механизации производства. В последнее время они также широко используются при решении задач автоматизации.

Пневматические устройства в системах автоматики выполняют следующие функции:

- получение информации о состоянии системы с помощью входных элементов (датчиков);
- обработка информации с помощью логико-вычислительных элементов (процессоров);
- управление исполнительными устройствами с помощью распределительных элементов (усилителей мощности);
- совершение полезной работы с помощью исполнительных устройств (двигателей).

Для управления состоянием и рабочими процессами машин и установок необходимы системы со сложными логическими связями, которые обеспечиваются благодаря взаимодействию датчиков, процессоров, исполнительных устройств и рабочих механизмов с пневматическими или частично пневматическими устройствами.

Технический прогресс в области создания материалов, способов конструирования и производства также способствовал улучшению качества и увеличению разнообразия пневматических устройств, что послужило основой для расширения области их применения как средств автоматизации.

1 НАЗНАЧЕНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Область и масштабы применения пневматических систем достаточно широки. Давление питания в пневматических устройствах зависит от их конструктивного исполнения.

1.1 Классификация пневмоустройств

Для питания пневмосистем используют три уровня давления воздуха:

– высокое давление (0,4–1,0 МПа) = 4–10 атм. Па (Паскаль) = Н/м².

– среднее давление (0,1–0,4 МПа) = 1–4 атм.

– низкое давление (менее 0,1 МПа) менее 1 атм. до 0,01-0,02 атм.

В соответствии с величиной используемого давления различают устройства высокого, среднего и низкого давления.

Системы среднего давления (мембранная техника)

С усложнением систем управления используется пневмоавтоматика (ПА) среднего давления – элементы мембранной техники. Эти устройства отличаются большей компактностью и большим быстродействием. Все элементы построены с использованием мембран из прорезиненного капронового полотна.

Системы низкого давления (струйная техника)

Еще большим быстродействием и минимальными габаритами отличаются устройства низкого давления – устройства струйной техники или пневмоники, работающие при давлении до 0,02 МПа. Эти устройства принципиально отличаются от золотниковых и мембранных элементов тем, что в них нет механических подвижных частей.

Подвижной частью их является струя газа. Работа их основана на взаимодействии потоков воздуха или жидкости. Поэтому срок службы элементов практически не ограничен.

Элементы могут объединяться в единые платы, которые изготавливаются методом печатных схем (травлением, штамповкой, литьем).

Струйные элементы обладают наиболее высоким быстродействием по сравнению с другими элементами пневмоавтоматики (1000 и более срабатываний в секунду).

Они не подвержены радиационным воздействиям, не чувствительны к вибрациям, к колебаниям температур.

К устройствам низкого давления относятся, например, элементы «Волга».

1.2 Применение пневматических систем

Можно выделить следующие основные функции пневматических систем.

1. Перемещение объектов.
2. Создание усилий.
3. Автоматизация процессов.
4. Применение воздуха в качестве технологического инструмента.

Перемещение объектов

Перемещение объектов с помощью пневматических систем может осуществляться следующими способами.

С использованием исполнительных механизмов.

Перемещение объектов с помощью различных пневматических механизмов, автоматов, роботов широко применяется при автоматизации производственных процессов, в транспорте, в пищевой промышленности, в легкой промышленности, в электронной и в других областях. На рисунке 1.1 показаны примеры применения пневмоприводов для перемещения различных объектов.

Непосредственно самим воздушным потоком.

Перемещение объектов с помощью различных пневматических механизмов, автоматов, роботов широко применяется при автоматизации производственных процессов, в транспорте, в пищевой промышленности, в легкой промышленности, в электронной и в других областях. На рисунке 1.1 показаны примеры применения пневмоприводов для перемещения различных объектов.

Перемещение различных сыпучих материалов, отходов производства может осуществляться непосредственно самим воздушным потоком по воздухопроводу. Этот способ

транспортирования наиболее широко применяется в легкой, пищевой, горнодобывающей отраслях промышленности. Пылевидные материалы в смеси с воздухом перемещаются на относительно большие расстояния аналогично текучим веществам. Штучные и кусковые материалы транспортируются в специальных капсулах, например, денежные купюры в супермаркетах (рисунок 1.2).

Воздух также широко применяется для очистки оборудования путем сдувания стружек и отходов на производствах. Такой же способ сдувания воздухом используется в системах контроля и отбраковки изделий в сочетании с электронными системами.

Так, например, на операциях отделения алмазов от общей смеси телевизионная система анализирует проходящие по конвейеру частицы смеси грунта и алмазов, а пневматика отделяет алмазы от грунта путем сдувания алмазов с конвейера в накопитель. Быстродействие таких систем достигает несколько сотен алмазов в секунду. Это достигается применением быстродействующих малогабаритных пневмораспределителей, частота переключения которых достигает 500 Гц.

Аналогичные пневмосистемы действуют при отбраковке сигарет.

Создание усилий

Создание усилий с помощью пневматических систем может достигаться следующим образом.

Создание усилий с помощью исполнительных механизмов (использованием пневмоприводов).

Пневматические системы широко применяются при создании различных машин и механизмов, в которых требуется создавать регулируемые усилия – при создании прессов, тормозных устройств (тормозные колодки в железнодорожном транспорте и др.), зажимных устройств, на испытательных стендах и т.п. (рисунки 1.3 – 1.6).

За счет создания избыточного давления между пневматическим устройством и объектом.

Пневмосистемы применяются при построении систем на воздушной подушке в транспорте (рисунок 1.7) и машиностроении.

Воздух применяется для создания аэростатических подшипников, в которых вал взвешивается в потоке сжатого воздуха (рисунок 1.8).

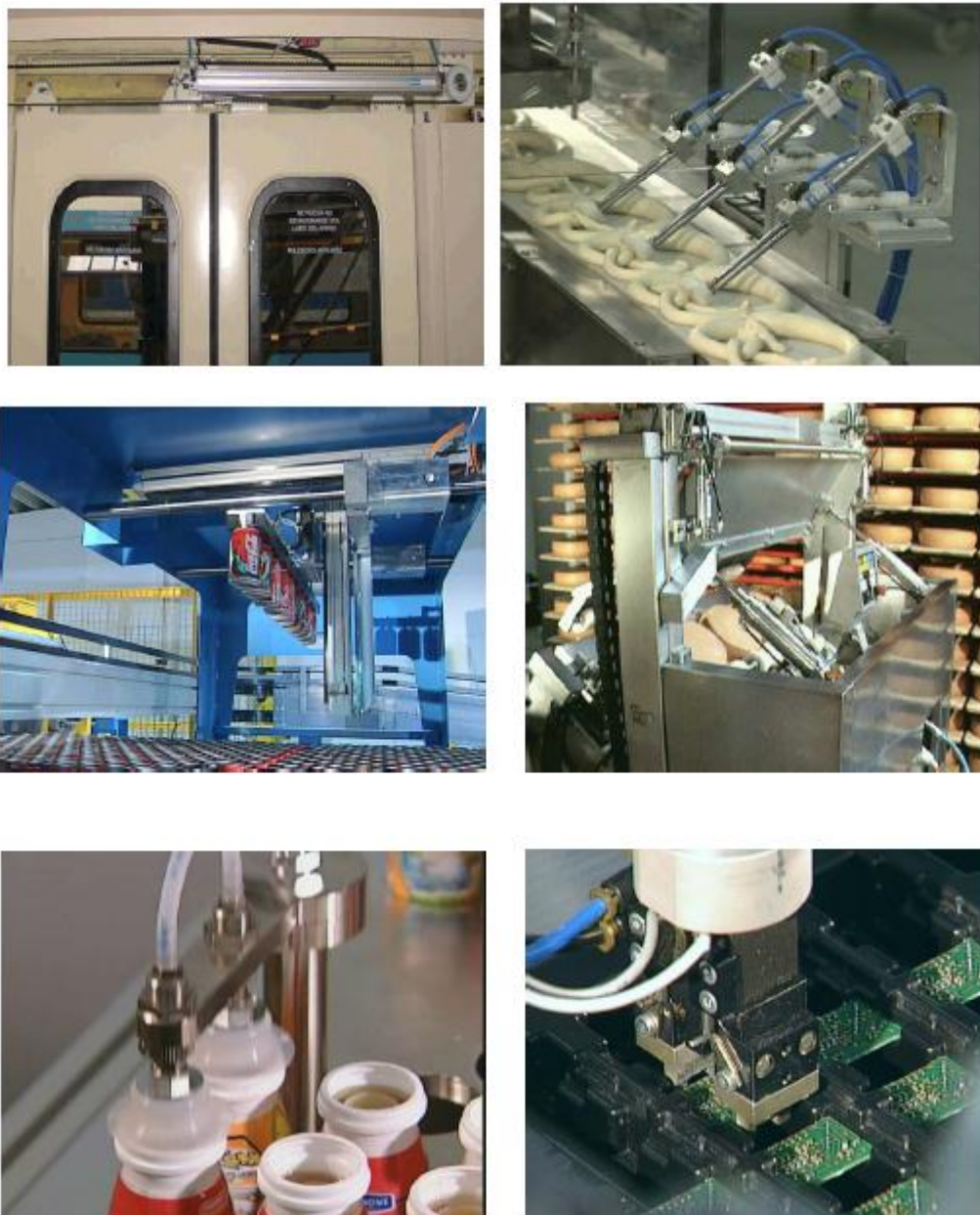


Рисунок 1.1 – Применение пневмоприводов



Рисунок 1.2 – Пневматическая почта

За счет создания вакуума между пневматическим устройством и объектом.

Иногда пневматические устройства являются единственным средством удержания при подъеме и переносе тяжелых изделий плоской формы (рисунок 1.9). В этих случаях используются вакуумные захваты (присоски). Такие устройства применяются для транспортирования листов бумаги, стекла, железа, пластмассы и других материалов.



Рисунок 1.3 –
Пневматический пресс



Рисунок 1.4 –
Пневматическое захватное
устройство



Рисунок 1.5 –
Пневматический стенд для
испытания кресел



Рисунок 1.6 –
Пневматический тормоз
в железнодорожном
транспорте



Рисунок 1.7 –
Катер на воздушной
подушке

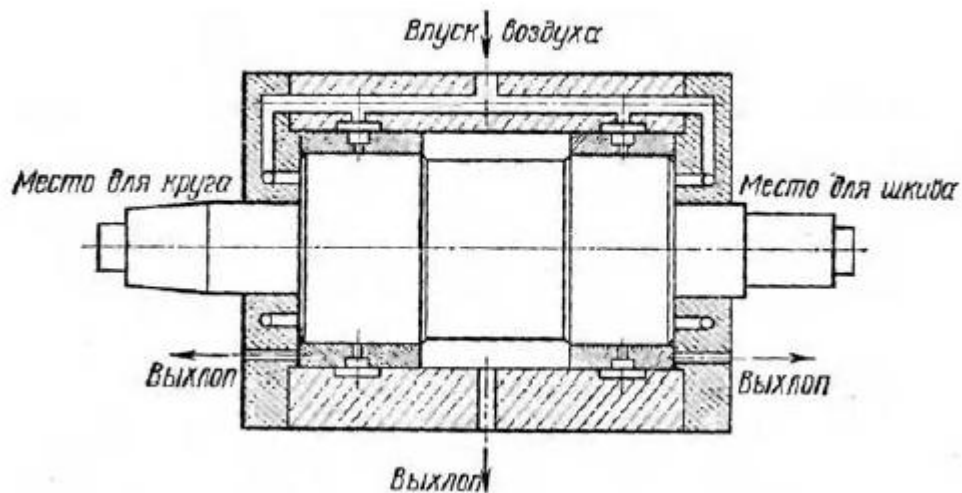


Рисунок 1.8 – Вал с аэроэстатическими подшипниками

В отличие от электрических систем, с помощью которых можно переносить магнитом лишь металлические детали, здесь могут быть любые материалы. Например, в строительстве, где невозможно в строительные детали вкрутить рым-болты или обхватить их канатами, с помощью вакуумных захватов переносятся детали весом до нескольких сотен килограммов.

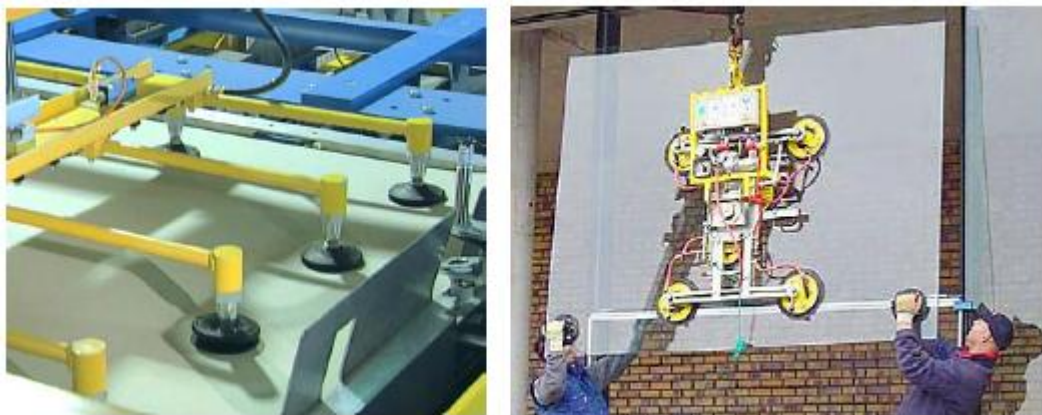


Рисунок 1.9 – Применение вакуумных захватных устройств

Автоматизация процессов

Сжатый воздух широко используется в пневматических системах управления (ПСУ) для автоматического управления технологическими процессами. Широкая номенклатура элементов пневмоавтоматики позволяет реализовать релейные, аналоговые и аналого-релейные ПСУ машинами и автоматами.

В состав ПСУ могут входить пневматические датчики, переключатели, преобразователи, реле, логические элементы, усилители, струйные устройства, командоаппараты и т.д.

Рассмотрим в качестве примера пневматические датчики, номенклатура которых весьма разнообразна.

Пневматические датчики позволяют осуществлять:

- контроль наличия деталей,
- контроль положения (ориентацию),
- контроль и измерение координаты, скорости перемещения деталей, размеров деталей; чистоту поверхности, вес, температуру, давление, расход вещества и др.

Пневматические датчики различают:

по исполнению – контактные и бесконтактные;

по назначению – контролирующие и измерительные;

по способу измерения – цифровые и аналоговые.

Благодаря высокой надежности системы пневмоавтоматики нашли широкое применение для построения систем программного управления различными машинами, роботами в крупносерийном производстве, в системах управления движением мобильных объектов.

Применение воздуха в качестве технологического инструмента

Довольно широко воздух используется в качестве технологического инструмента, где он выполняет непосредственно операции сушки, распыления, охлаждения, вентиляции и т.п.

Область применения пневматических систем

Области применения пневмосистем безграничны, начиная от маломощных пневматических систем низкого давления, например, в оптическом оборудовании для проверки внутриглазного давления, и кончая системами большой мощности в пневматических прессах или пневматических бурах для работы с бетоном.

Пневматические системы автоматике широко применяются:

- в машиностроении;
- в электронной промышленности;
- в автомобилестроении;
- в судостроении;
- в пищевой промышленности;
- в текстильной и легкой промышленности;
- в горнодобывающей промышленности;
- в индустрии упаковки;

- в сетях водообеспечения и энергообеспечения;
- в медицине;
- в транспорте;
- в космических исследованиях и т.д.

Рассмотрим перечень примеров, который иллюстрирует универсальность и многообразие возможностей пневматических систем, применяемых в современной промышленности:

- металлорежущие станки (подача заготовок или инструментов).
- пневматические роботы.
- различные испытательные стенды (приводы и системы управления).
- деревообрабатывающие станки (приводы и питатели).
- транспортировка деталей или материала.
- Перекачка воздуха, воды или химикатов (приводы и системы управления).
- машины для разлива в бутылки, расфасовки и упаковки.
- открытие и закрытие массивных или горячих дверей, в транспорте.
- разгрузка бункеров в строительной, сталеплавильной, горнодобывающей или химической промышленности
- трамбовка и виброобработка грунта при укладке бетона и асфальта
- управление процессами подъема и перемещения в машинах непрерывного литья.
- навесное сельскохозяйственное оборудование.
- окраска распылением.
- обработка древесины и изготовление мебели (зажим и перемещение заготовок).
- сборочное производство (зажимные приспособления, фиксаторы).
- машины для точечной сварки, клепки, склеивания.
- отделение тонкого листового материала сжатым воздухом и подъем при помощи вакуума.
- зубоветеринарные бормашины и т.д.

Применение пневмосистем наиболее эффективно в пожаровзрывоопасных и запыленных зонах, при работе с агрессивными средами, в условиях высоких температур.

1.3 Достоинства и недостатки пневмосистем

Достоинства

Основные преимущества пневматических систем представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Преимущества пневматических систем

| | |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Доступность воздуха | Воздух имеется практически везде в неограниченном количестве |
| Транспортабельность воздуха | Воздух может легко транспортироваться по трубам на большие расстояния |
| Способность к аккумулярованию | Сжатый воздух может накапливаться в резервуарах и использоваться по мере необходимости, а резервуары могут легко транспортироваться |
| Нечувствительность к температуре | Сжатый воздух относительно нечувствителен к колебаниям температуры. Это гарантирует надежную работу пневмосистем даже в экстремальных условиях. |
| Взрывобезопасность | Сжатый воздух практически взрыво- и пожаробезопасен, что не требует дорогостоящей защиты. |
| Экологическая чистота | Сжатый воздух без специально распыленного в нем масла не загрязняет окружающую среду. |
| Простота конструкции | Пневмоэлементы просты в производстве и поэтому недороги. |
| Высокая скорость | Сжатый воздух перемещается с большей скоростью. Это позволяет получить высокую скорость движения поршня и малое время переключения. |
| Нечувствительность к перегрузкам | Пневматические инструменты и исполнительные устройства не боятся перегрузки и поэтому могут нагружаться вплоть до полной остановки. |

Недостатки

Основные недостатки пневматических систем представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Недостатки пневматических систем

| | |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Подготовка сжатого воздуха | Сжатый воздух должен быть хорошо подготовлен. Иначе возникает опасность быстрого износа пневмоустройств из-за наличия в нем твердых включений и конденсата воды. |
| Сжимаемость воздуха | Сжатый воздух не позволяет получить равномерную и постоянную скорость поршня. |
| Ограничения по усилию | Сжатый воздух является экономически выгодным только до определенных давлений. При обычно применяемом производственном давлении 600...700 кПа (6...7 бар) и в зависимости от хода и скорости поршня эта граница лежит в области 40000...50000 Н. |
| Уровень шума | Сброс воздуха в атмосферу сопровождается сильным шумом. Эта проблема решена в настоящее время благодаря применению звукопоглощающих материалов и глушителей шума. |

1.4 Критерии учитываемые при проектировании пневмосистем

При выборе сжатого воздуха в качестве рабочей среды проводится сравнение свойств пневмосистемы с системами управления, использующими другие виды энергии. Это сравнение должно производиться для всей системы, включая информационную систему (датчики), логико-вычислительную подсистему (процессор) и исполнительную подсистему (распределитель энергии и исполнительное устройство). При этом должны приниматься во внимание такие факторы как:

- требования к выходным характеристикам;
- сочетаемость с другими подсистемами;
- имеющееся оборудование;
- наличие кадров, владеющих специальными знаниями.

Критерии выбора источника энергии для исполнительной части системы

В качестве источников энергии в исполнительной части системы используются:

- электрический ток;
- жидкость;

- сжатый воздух;
- комбинации перечисленных сред.

Критерии выбора и характеристики системы, принимаемые во внимание при выборе источников энергии исполнительной части системы:

- развиваемое усилие,
- рабочий ход,
- вид движения (поступательное, поворотное, вращательное)
- скорость,
- габариты,
- долговечность,
- надежность и безопасность,
- стоимость энергии,
- удобство эксплуатации,
- аккумулируемость.

Критерии выбора источника энергии для управляющей части системы

В качестве источника энергии в управляющей части системы используются:

- механические устройства;
- электрический ток;
- жидкость;
- сжатый воздух.

Критерии выбора и характеристики системы, принимаемые во внимание при выборе источника энергии для управляющей части системы:

- надежность работы составных частей;
- чувствительность к изменениям условий окружающей среды;
- простота обслуживания и ремонта;
- быстрдействие элементов;
- скорость прохождения сигналов;
- габариты;
- долговечность;
- возможность модификации системы;
- затраты на обучение персонала.

Пневматические средства автоматики включают следующие группы изделий:

- исполнительные устройства;
- датчики и входные устройства;
- логико-вычислительные элементы (процессоры);
- вспомогательные устройства;
- модули системы управления.

При проектировании пневматических систем управления должны приниматься во внимание следующие основные требования:

- надежность;
- удобство ремонта и обслуживания;
- стоимость запасных частей;
- простота монтажа и соединений;
- соразмерность стоимости по отношению к предшествующей системе;
- взаимозаменяемость и адаптируемость;
- компактность конструкции;
- экономичность;
- наличие технической документации.

Пневматическая система состоит из цепи элементов различных групп, соединенных между собой определенным образом.



Рисунок 1.10 – Структура пневматической системы и последовательность прохождения сигнала

Эти элементы формируют цепь управления для прохождения сигнала (информации) от входа системы (со стороны управляющей части) к ее выходу (к исполнительной части).

Усилитель мощности управляет исполнительным элементом с помощью сигнала, принимаемого от логико-вычислительного устройства (процессора).

Элементы пневматической системы группируются по подсистемам:

- подсистема энергоснабжения (элементы энергоснабжения);
- информационная подсистема (датчики);
- логико-вычислительная подсистема (процессоры);
- исполнительная подсистема (управляющий распределитель и исполнительное устройство).

Элементы системы изображаются с помощью условных графических обозначений, а представление о функциональном назначении элементов дает схема их соединений.

2 ЭЛЕМЕНТЫ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

2.1 Производство и распределение сжатого воздуха

Подсистема энергоснабжения должна обеспечивать пневматическую систему сжатым воздухом определенного качества в достаточном количестве.

С помощью компрессора воздух сжимается и дальше передается в систему трубопроводов воздуха. Чтобы качество сжатого воздуха соответствовало установленному стандарту, он проходит через аппаратуру подготовки воздуха (рисунок 2.1).

Для того чтобы уменьшить риск появления неисправностей в системе, необходимо принять во внимание:

- расход потребляемого воздуха;
- тип компрессора;
- рабочее давление в системе;
- рабочий объем пневмоаккумулятора;
- требования к чистоте воздуха;
- возможность минимизации влажности воздуха с целью снижения процессов коррозии и вероятности залипания подвижных частей в пневмоэлементах;
- требования к системе смазки;

- возможность снижения влияния температуры воздуха на работу системы;
- соответствие размеров проходных сечений трубопроводов и пневмоэлементов;
- соответствие материалов условиям работы системы и параметрам окружающей среды;
- места расположения точек дренажа и сброса в распределительной пневмосистеме;
- пространственное расположение системы распределения воздуха.

Как правило, пневмоэлементы выбираются на максимальное давление 800...1000 кПа (8...10 бар), однако на практике из экономических соображений рекомендуется работать с давлением 500...600 кПа (5...6 атм). Для того, чтобы обеспечить заданный уровень давления, с учетом потерь давления внутри системы распределения воздуха, компрессор должен выдавать воздух с давлением 650...700 кПа (6,5...7,0 бар).

Для снижения колебаний давления в системе должен устанавливаться аккумулятор сжатого воздуха.

Компрессор наполняет аккумулятор сжатого воздуха, который также выполняет функции источника рабочей среды под давлением.

Внутренний диаметр труб системы распределения воздуха должен выбираться таким образом, чтобы потери давления на участке от компрессора до потребителя давления не превышали, в идеальном случае, 10 кПа (0,1 бар). На выбор диаметра трубопровода влияют:

- расход воздуха;
- длина трубопровода;
- допустимые потери давления;
- рабочее давление;
- число местных сопротивлений в трубопроводе.

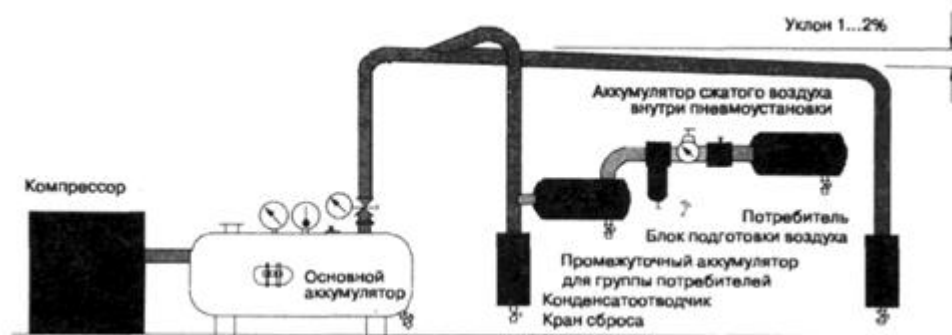


Рисунок 2.1 – Система подготовки воздуха

Чаще всего главный трубопровод выполняется в виде кольца. При кольцевой прокладке трубопровода в случае больших расходов воздуха обеспечивается более равномерная подача. Трубопровод должен располагаться с уклоном 1...2 % по направлению течения воздуха. Это особенно важно для тупиковых трубопроводов. Конденсат должен отбираться из самого низкого места системы.

Для горизонтальных трубопроводов ответвление для отбора воздуха должно устанавливаться только на верхней стороне главного трубопровода.

Ответвление для отбора конденсата должно устанавливаться на нижней стороне главного трубопровода.

С помощью запорного вентиля можно отключить часть трубопровода сжатого воздуха, если она не нужна или на ней должны быть проведены работы по ремонту и обслуживанию.

Блок подготовки воздуха обычно состоит из (рисунок 2.2):

- фильтра сжатого воздуха (с влагоотделителем);
- регулятора давления.

Для обеспечения работы исполнительной части системы управления может использоваться маслораспылитель.

Выбор комбинации этих устройств, их размеров и конструкции определяется областью, применения и техническими требованиями к системе. Для того чтобы гарантировать нужное качество воздуха для каждой установки, блок подготовки воздуха устанавливается в каждую систему управления.

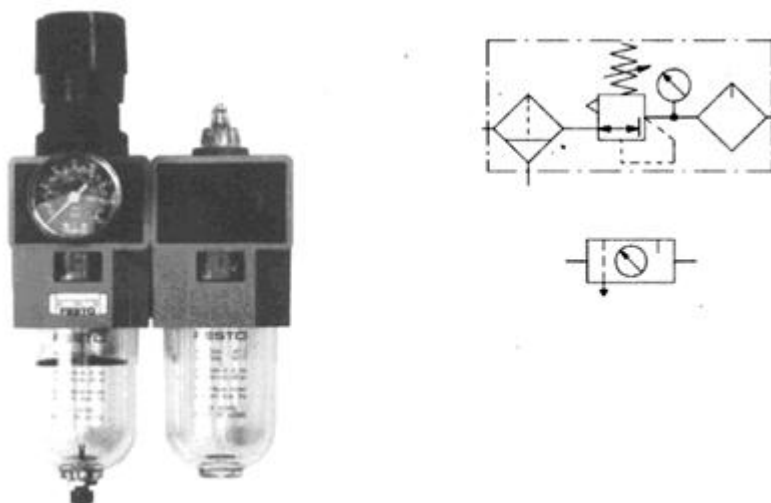


Рисунок 2.2 – Блок подготовки воздуха

Фильтр сжатого воздуха

Фильтр сжатого воздуха предназначен для удаления из сжатого воздуха твердых включений, а также конденсата. Воздух протекает через тангенциально размещенные в корпусе фильтра шлицевые отверстия. Здесь благодаря центробежным силам капли жидкости и крупные твердые частицы отделяются от потока воздуха и собираются в нижней части корпуса фильтра. Объем собранного конденсата не должен превышать максимально допустимого уровня, так как иначе конденсат будет снова вовлекаться в поток воздуха.

Регулятор давления

Регулятор давления предназначен для поддержания рабочего давления в системе (выходного давления) независимо от колебаний давления в линии питания (входного давления) и потребляемого расхода воздуха.

Маслораспылитель

Маслораспылитель предназначен для обогащения воздуха дозированным количеством масла, если это необходимо для функционирования пневматической установки.

2.2 Пневмоаппараты

Пневмоаппараты предназначены для управления давлением и расходом воздуха. В зависимости от назначения они подразделяются на следующие категории:

- распределители: информационные (входные) устройства, логико-вычислительные устройства и усилители мощности;
- обратные клапаны;
- регуляторы расхода;
- клапаны давления;
- запорные вентили.

Распределитель управляет процессом прохождения пневматического сигнала давления или расхода воздуха. Он запирает, открывает или изменяет направление движения сжатого воздуха.

Распределители различаются:

- по числу присоединенных линий: 2-линейные, 3-линейные, 4-линейные и т.д.;
- по числу позиций переключения: 2-позиционные, 3-позиционные и т.д.
- по способу приведения в движение: с мускульным управлением, с механическим управлением,
 - с пневматическим управлением, с электрическим управлением;
- по способу возврата в исходное положение: с пружинным возвратом, с возвратом при помощи давления.

Например, входные устройства могут управляться с помощью роликового рычага для того, чтобы опрашивать положение штока поршня.

В сокращенных записях распределители обозначают дробью, в числителе которой цифра показывает число основных линий, т.е. исключая линии управления и дренажа, в знаменателе – число позиций.

Например, входные устройства могут управляться с помощью роликового рычага для того, чтобы опрашивать положение штока поршня.

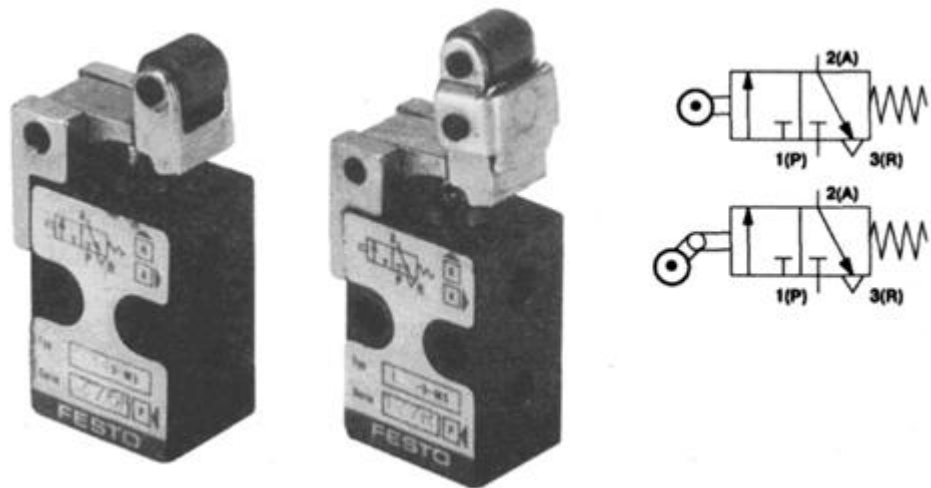


Рисунок 2.3 – 3/2-распределитель с роликовым рычагом, 3/2-распределитель с ломающимся роликовым рычагом

В качестве логико-вычислительного устройства распределитель используется, например, для выключения или включения выходного сигнала, которое осуществляется под действием входного сигнала.

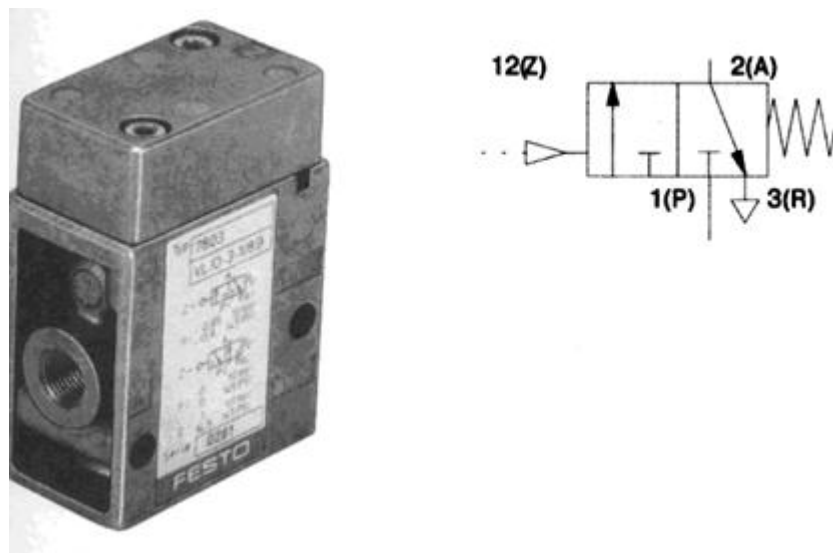


Рисунок 2.4 – Пневматический 3/2-распределитель с односторонним пневматическим управлением и пружинным возвратом

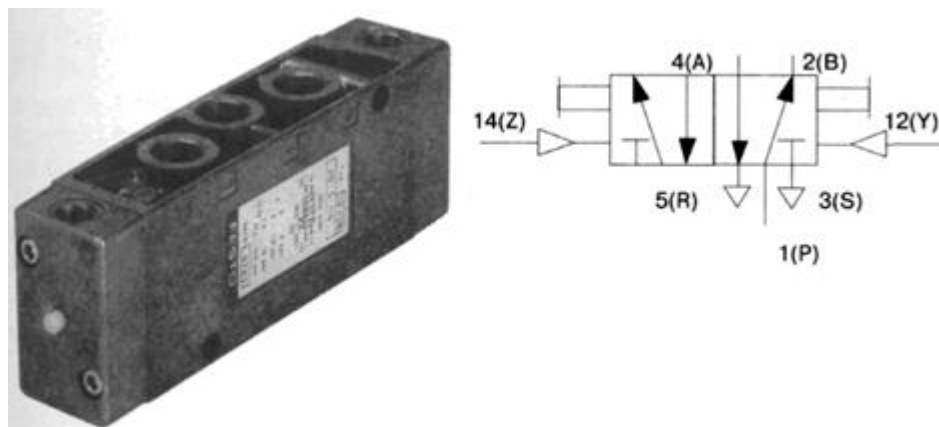


Рисунок 2.5 – Пневматический 5/2-распределитель с двусторонним пневматическим и вспомогательным ручным управлением

Обратный клапан

Обратный клапан обеспечивает прохождение воздуха только в одном направлении. Этот принцип находит применение, например, в клапанах быстрого выхлопа или логических элементах "ИЛИ". Обратный клапан как базовый элемент используется и в других типах клапанов, которые представлены таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Обозначение обратных клапанов

| | |
|--|--------------------------|
| | Перекидной клапан «ИЛИ» |
| | Клапан двух давлений «И» |
| | Клапан быстрого выхлопа |
| | Обратный клапан |



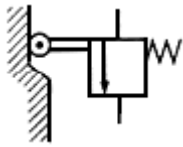
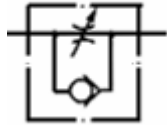

Регуляторы расхода

Регулятор расхода или дроссель запирает, или дросселирует поток и тем самым управляет расходом сжатого воздуха. В идеальном случае можно регулировать дроссель бесступенчато – от полного открытия до полного закрытия. Дроссель должен устанавливаться, по возможности, в непосредственной близости от исполнительного устройства и регулироваться по мере необходимости в ходе эксплуатации. Если параллельно с дросселем включить обратный клапан, тогда в одном из направлений будет ограничиваться расход воздуха, а в противоположном направлении расход будет максимальным.

Дроссели

Как правило, дроссели являются регулируемыми с возможностью дросселирования в обоих направлениях. Если дроссель изображен со стрелкой, то это означает, что дроссель является регулируемым. Стрелка не указывает на направление прохождения воздуха. В дросселе с обратным клапаном последний включается параллельно дросселю. В этом случае дросселирование осуществляется только в одном направлении.

Таблица 2.2 – Обозначения дросселей

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Дроссель нерегулируемый |
|  | Дроссель регулируемый (без указания метода регулирования или положения запорно-регулирующего элемента, обычно без полностью закрытой позиции) |
|  | Дроссель регулируемый (механическое управление роликом, нагружение пружиной) |
|  | Дроссель с обратным клапаном |
|  | Вентиль |

Клапаны давления

Различают три типа клапанов давления:

- предохранительные клапаны;
- редуционные клапаны;
- клапаны последовательности давления (реле давления).

Предохранительные клапаны устанавливаются в напорной магистрали компрессора, обеспечивая безопасность его работы. При этом на заданном уровне безопасности ограничивается давление в аккумуляторе сжатого воздуха и поддерживается необходимое значение давления питания пневмосети.

Редуционный клапан поддерживает давление питания пневмосистемы на постоянном уровне независимо от колебания давления в сети, т.е. в напорной магистрали компрессора.

Клапан последовательности (реле давления) вырабатывает релейный сигнал на своем выходе, если давление на его входе достигает определенного уровня (уровня давления настройки).

Если давление управления достигнет заданного уровня, то в реле давления, представленном на рисунке 2.6, переключится 3/2-распределитель. Если давление управления станет ниже давления настройки, то 3/2-распределитель переключится в исходное состояние.

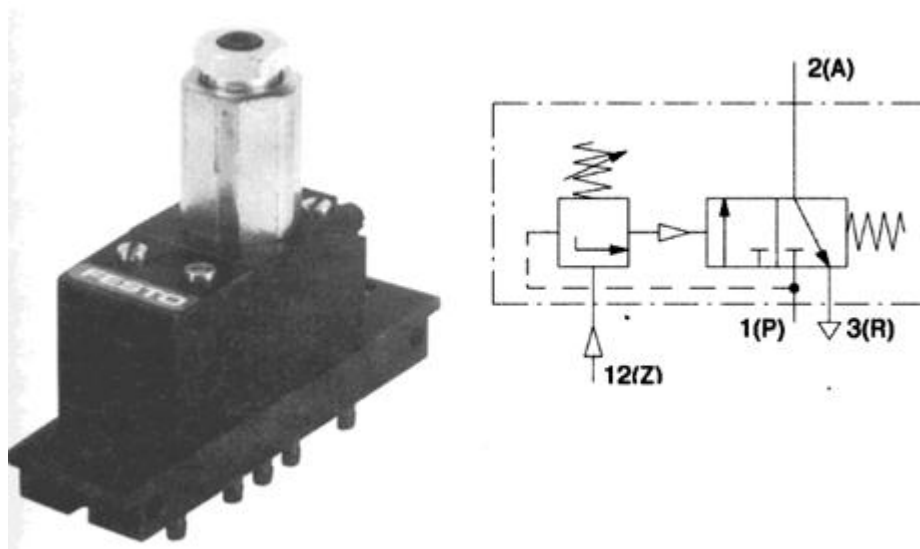


Рисунок 2.6 – Клапан последовательности (реле давления)

Если давление управления достигнет заданного уровня, то в реле давления, представленном на рисунке 2.6, переключится 3/2-распределитель. Если давление управления станет ниже давления

настройки, то 3/2-распределитель переключится в исходное состояние.

Пневматические модули

При сочетании различных элементов можно получить устройства с новыми функциями управления. В качестве примера можно привести клапан выдержки времени (рисунок 2.7). Комбинация из дросселя с обратным клапаном, пневмоемкости и 3/2-распределителя позволяет реализовать функцию выдержки времени (реле времени).

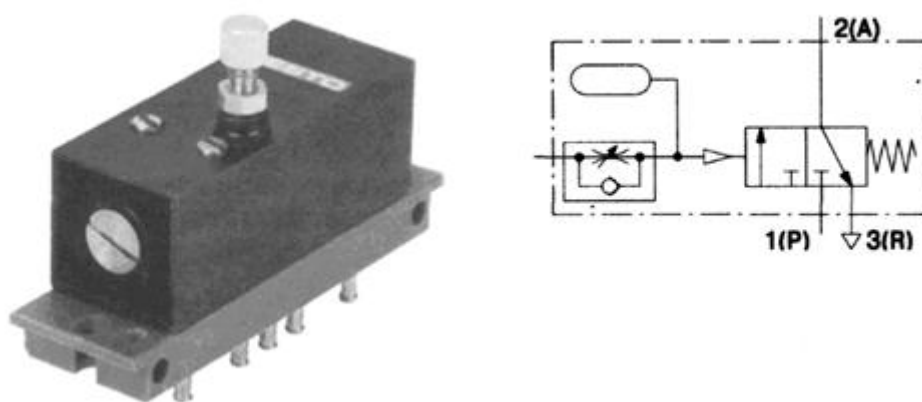


Рисунок 2.7 – Клапан выдержки времени

В зависимости от настройки дроссельного винта в емкость поступает больший или меньший расход воздуха. После достижения необходимого давления срабатывания 3/2-распределитель включается на проход воздуха. Он остается в этом положении до тех пор, пока действует сигнал управления.

К другим модулям, в состав которых входит несколько клапанов относятся, например:

- устройства управления с двумя входами;
- задатчики тактов;
- тактовые цепочки;
- устройства памяти.

2.3 Логико-вычислительные элементы (процессоры)

Для логической обработки выходного сигнала информационных элементов используются различные релейные элементы, например:

- логический "И"- элемент;
- логический "ИЛИ"-элемент.

Логический элемент "ИЛИ" может реализовать "ИЛИ"-функцию двух входных сигналов (рисунок 2.8). "ИЛИ"-элемент имеет два входа и один выход. Выходной сигнал появляется тогда и только тогда, когда имеется давление хотя бы на одном входе.

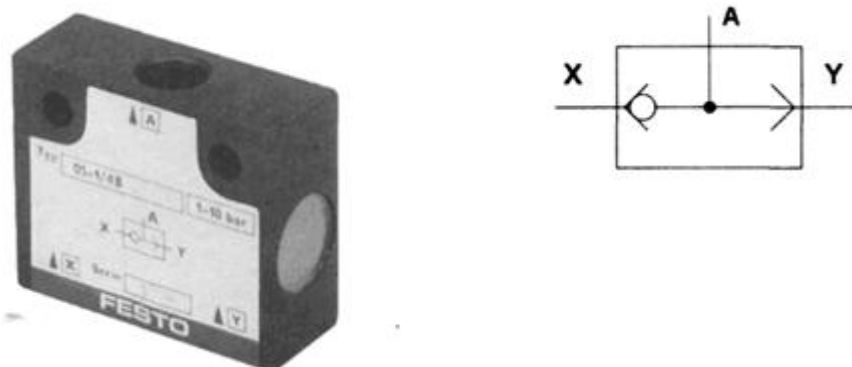


Рисунок 2.8 – Логический "ИЛИ"-элемент

Дальнейшее развитие пневматических процессоров, осуществляющих обработку информации, идет по пути создания модульных систем (рисунок 2.9), которые объединяют в одном блоке распределители и логические элементы. Это уменьшает размеры, стоимость и затраты на монтаж.

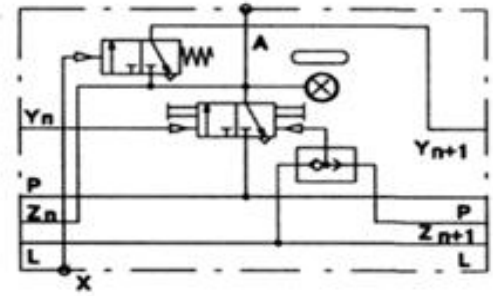
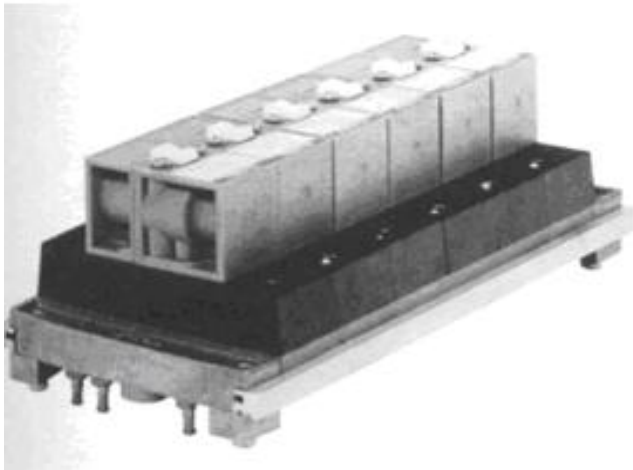


Рисунок 2.9 – Модульное устройство обработки информации
(Тактовая цепочка)

2.4 Исполнительные устройства

Энергетическая часть системы содержит управляющий распределитель (усилитель мощности) и исполнительное устройство. В группу исполнительных устройств входят приводы, реализующие поступательное и вращательное движение выходного звена. Исполнительные устройства управляются от усилителя мощности, который подает необходимый для совершения работы воздух. Обычно управляющий распределитель (усилитель мощности) устанавливается на главной магистрали питания воздухом для того, чтобы потери энергии были минимальными.

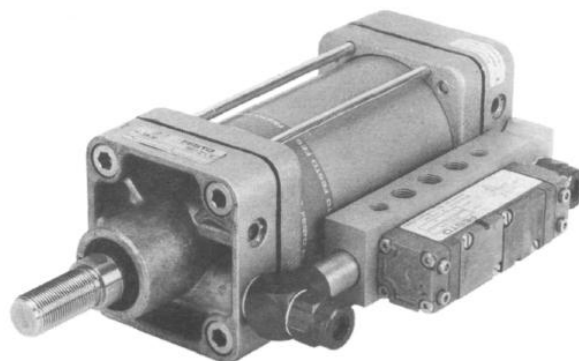


Рисунок 2.9 – Исполнительное устройство с управляющим распределителем

Исполнительные устройства можно разделить на группы.

1. Приводы поступательного движения (линейные приводы):
 - цилиндры одностороннего действия;
 - цилиндры двустороннего действия.
2. Приводы вращательного движения (ротационные приводы):
 - пневмомоторы;
 - поворотные приводы.



Рисунок 2.10 – Линейный и поворотный цилиндры

Линейные исполнительные устройства

Линейные исполнительные устройства или цилиндры изображаются в виде, близком к их конструктивной форме.

Цилиндры одностороннего действия, двустороннего действия и бесштоковые служат основой других вариантов конструкций. Применение демпфирования в конце хода способствует увеличению долговечности, что достигается за счет снижения нагрузки в конечном положении путем уменьшения скорости движения поршня. Если условное обозначение цилиндра включает стрелку, то это означает, что демпфирование в конце хода является регулируемым.

Вращательные приводы

Различают вращательные приводы в виде моторов с неограниченным углом поворота и поворотные приводы с ограниченным углом поворота.

Пневмомоторы вращаются обычно с очень большим числом оборотов, которое может быть постоянным или регулируемым. Поворотные цилиндры имеют или нерегулируемый, или регулируемый угол поворота, а также могут иметь демпфирование в зависимости от нагрузки или скорости вращения.

2.5 Примеры работы пневматических систем

В общем случае управление цилиндром осуществляется с помощью управляющего распределителя. При этом выбор распределителя (число линий, число положений переключения и способ управления перемещениями) зависит от каждой конкретной задачи.

Постановка задачи № 1

Управление цилиндром одностороннего действия

Шток поршня цилиндра одностороннего действия должен выдвигаться при нажатии пневмокнопки и автоматически возвращаться в исходное положение, если пневмокнопка отпускается.

Решение

Управление цилиндром одностороннего действия осуществляется от 3/2-распределителя с ручным приводом. Если пневмокнопка нажата, то распределитель переключается из исходного положения в положение "Питание включено".

Пневмосистема состоит из:

- цилиндра одностороннего действия с пружинным возвратом,
- 3/2-распределителя с ручным управлением и пружинным возвратом,
- линии питания, присоединенной к 3/2-распределителю,
- пневмолинии между распределителем и цилиндром.

3/2-распределитель имеет три линии (канала): линию питания, рабочую (выходную) линию и линию выхлопа (сброса).

Коммутация между этими линиями определяется позицией (положением) распределителя. Возможные положения переключения изображены на рисунке 2.11.

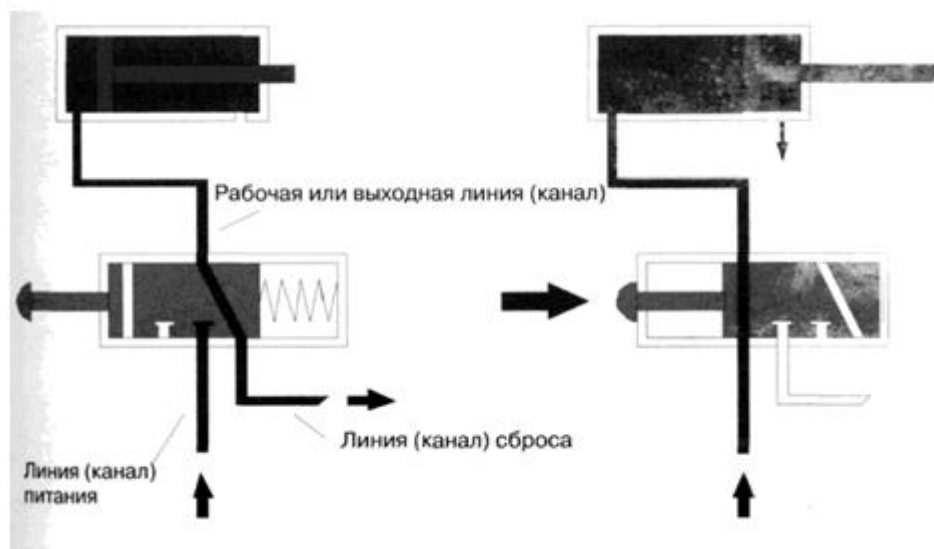


Рисунок 2.11 – Управление цилиндром одностороннего действия

Исходное положение

Исходное положение (рисунок 2.11, слева) - положение, которое принимает система, если все коммуникации подведены, и ручное управление находится в состоянии "Выключено". В состоянии "Выключено" канал питания распределителя перекрыт и шток поршня цилиндра (под воздействием возвратной пружины) втянут. В этом положении распределителя поршневая полость соединена с окружающей средой.

Кнопка нажата

При нажатии кнопки запорный орган 3/2-распределителя переключается в новое положение, сжимая пружину. На схеме (рисунок 2.11, справа) распределитель показан в рабочем положении. В этом состоянии канал питания через распределитель соединен с поршневой полостью цилиндра. При этом рабочее

давление действует против силы возвратной пружины поршня, выдвигая шток. Если шток поршня достигает своего выдвинутого (переднего) конечного положения, то в поршневой полости цилиндра устанавливается максимальное значение давления воздуха, равное давлению питания.

Кнопка отпущена

Как только кнопка отпускается, возвратная пружина распределителя возвращает его в исходное положение и шток поршня втягивается.

Примечание

Скорости выдвигания и втягивания штока поршня в общем случае будут разными. Причинами этого являются:

- сила сопротивления пружины, действующая при выдвигании штока;
- сопротивление течению воздуха при его движении через распределитель.

Обычно для цилиндров одностороннего действия скорость выдвигания больше, чем скорость втягивания.

Постановка задачи № 2

Управление цилиндром двустороннего действия

Шток поршня цилиндра двустороннего действия должен выдвигаться при нажатии пневмокнопки и должен автоматически возвращаться в исходное положение, если пневмокнопка отпускается. Цилиндр двустороннего действия может совершать работу при движении в обоих направлениях, так как давление питания может быть подано в обе полости цилиндра для выдвигания или втягивания штока.

Решение

Управление цилиндром двустороннего действия осуществляется с помощью 4/2-распределителя с ручным управлением. Распределителем должен выдаваться или сниматься сигнал, если пневмокнопка соответственно нажата или отпущена. Схема системы состоит из:

- цилиндра двустороннего действия;
- 4/2-распределителя с ручным управлением и пружинным возвратом;
- линии питания, присоединенной к 4/2-распределителю;
- пневмолиний между распределителем и цилиндром.

Исходное положение

Исходное положение (рисунок 2.12, слева) – положение, которое принимает система, если все коммуникации проведены и ручное управление находится в состоянии "Выключено". В состоянии "Выключено" штоковая полость цилиндра соединена с каналом питания, а поршневая полость – с окружающей средой.

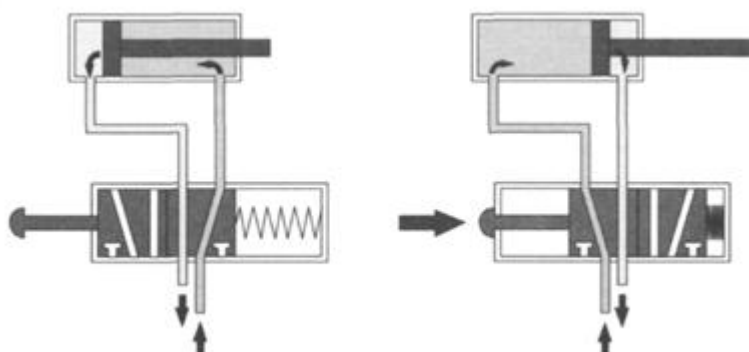


Рисунок 2.12 – Управление цилиндром двустороннего действия

Кнопка нажата

При нажатии кнопки запорный орган 4/2-распределителя переключается в новое положение, сжимая пружину. На схеме (рисунок 2.12, справа) распределитель показан в рабочем положении. В этом состоянии канал питания через распределитель соединен с поршневой полостью цилиндра, а штоковая полость – с окружающей средой. При этом рабочее давление в поршневой полости обеспечивает выдвижение штока поршня. Если шток

поршня достигает своего выдвинутого (переднего) конечного положения, то в поршневой полости цилиндра устанавливается максимальное значение давления, равное давлению питания.

Кнопка отпущена

Как только кнопка отпускается, возвратная пружина распределителя возвращает его в исходное положение. Штоковая полость соединяется с каналом питания, и шток втягивается. Воздух из поршневой полости вытесняется в окружающую среду.

Примечание

Скорости выдвижения и втягивания штока поршня в общем случае будут неодинаковыми. Причиной этого является то, что объем поршневой полости цилиндра больше, чем объем штоковой полости. При выдвижении штока в цилиндр необходимо подать больше воздуха, чем при его втягивании. Поэтому скорость втягивания выше, чем скорость выдвижения при одинаковых нагрузках на шток.

Поршневые цилиндры и цилиндры других типов изображаются одинаково. Поворотные цилиндры имеют свой символ, независимо от конструктивных особенностей (лопасть, шестерня и т.д.).

3 ПРАВИЛА ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СХЕМ

3.1 Условные графические обозначения пневмоэлементов

Проектирование пневматических систем требует применения единых норм изображения конструкций и схем. Условные обозначения отражают следующие свойства пневмоэлементов:

- тип управления и возврата в исходное положение,

- число линий (присоединений) и их обозначения,
- число позиций переключения,
- принцип действия,
- упрощенное представление проточной части.

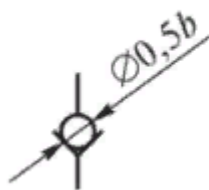
Конструкторское решение не должно отражаться в условном обозначении. Условные обозначения, которые находят применение в пневмоавтоматике, выполняются в соответствии с ДИН ИСО 1219 "Гидравлические и пневматические системы и приборы - обозначение схем" (DIN ISO 1219 "Fluidtechnische Systeme und Geraete - Schaltzeichen"). Ниже представлены наиболее важные условные обозначения.

Полный перечень условных обозначений приведены в ГОСТ 2.781-96 соответствует международному стандарту ИСО 1219-91.

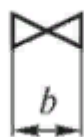
Принципиальные пневматические схемы обычно выполняют без соблюдения масштаба, но существуют рекомендации по соотношению размеров элементов пневматических и гидравлических схем (рисунке 3.1). На рисунке b — размер квадрата в обозначениях клапанов и позиций распределителей, остальные размеры показаны в долях от b . Действительное пространственное расположение элементов не учитывается или учитывается приближенно. Графические обозначения следует располагать на поле схемы таким образом, чтобы получить линии связи наименьшей длины, а также наименьшее число их изломов и пересечений. На поле схемы допускается помещать различные технические данные, таблицы, диаграммы и т.п.



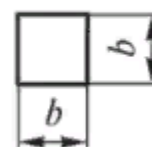
Обратный клапан



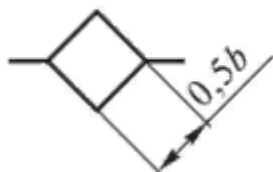
Вентиль



Аппаратура



Кондиционер рабочей среды



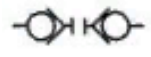
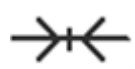
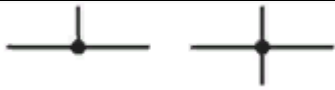
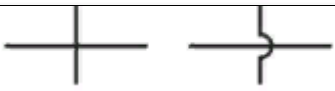


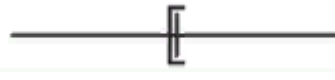
Измерительная аппаратура



Рисунок 3.1 – Рекомендуемые соотношения размеров элементов принципиальных пневматических и гидравлических схем

Таблица 3.1 – Принципы построения условных обозначений пневмо- и гидроаппаратов, пневмосхем


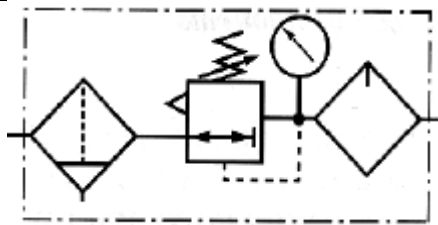
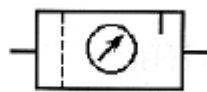
| Обозначение | Наименование |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Базовое обозначение: квадрат (предпочтительно) и прямоугольник |
| | Один квадрат (прямоугольник) соответствует одной дискретной позиции |
| | Линии потока изображаются линиями со стрелками, показывающими направления потоков в каждой позиции |
| | Закрытый ход в позиции распределителя |
| | Питающий трубопровод обозначается сплошной линией |
| | Управляющий трубопровод изображается штриховой линией |
| | Линии выпуска воздуха изображаются точками (пунктирной) |
| | Ресивер |
| | Воздухозаборник |
| | Место присоединения к источнику пневматической энергии |



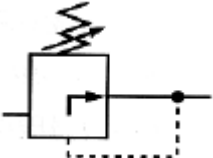
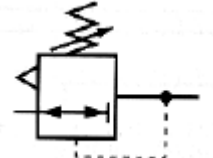
| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|  | Быстроразъемное соединение с запорным элементом, соединенное |
|  | Быстроразъемное соединение с запорным элементом, несоединенное |
|  | Быстроразъемное соединение без запорного элемента, соединенное |
|  | Соединение трубопроводов |
|  | Пересечение трубопроводов без соединения |
|  | Гибкий трубопровод, шланг |
|  | Общее обозначение разъемного соединения |
|  | Фланцевое соединение |
|  | Штуцерное резьбовое соединение |

Энергоснабжение сжатым воздухом

Условные обозначения подсистемы снабжения сжатым воздухом могут представлять, как отдельные элементы, так и комбинации нескольких элементов. Если применяется присоединение линии питания общее для всех пневмоэлементов, то тогда возможно обозначение источника сжатого воздуха в виде упрощенного символа.

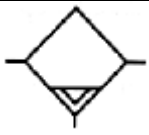
Таблица 3.2 – Условное графическое изображение блока подготовки воздуха

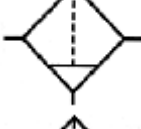

| Обозначение | Наименование |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|  | Манометр |
|  | Блок подготовки воздуха с разбивкой на составляющие его элементы |
|  | Блок подготовки воздуха в упрощенном виде |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|  | Базовый символ |
|  | Регулируема возвратная пружина |
|  | Регулятор давления |
|  | Регулятор с системой сброса давления |

Условные изображения устройств подготовки воздуха представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Условные обозначения устройств очистки и осушки сжатого воздуха (элементов подсистемы энергоснабжения)



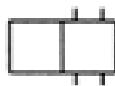
| Обозначение | Наименование |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Очистка и осушка сжатого воздуха | |
|  | Автоматический слив конденсата |
|  | Охладитель сжатого воздуха |
|  | Осушитель сжатого воздуха |
|  | Осушитель сжатого воздуха |
|  | Нагреватель сжатого воздуха |
|  | Теплообменник |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|  | Влагоотделитель |
|  | Фильтр |
|  | Фильтр-влагоотделитель |
|  | Фильтр-влагоотделитель с автоматическим сливом конденсата |
|  | Многоступенчатый фильтр тонкой очистки |
|  | Маслораспылитель |
| Регулирование давления | |
|  | Базовый символ |
|  | Регулируема возвратная пружина |
|  | Регулятор давления |
|  | Регулятор с системой сброса давления |
|  | Манометр |

Распределители

1. *Распределители с пневмоуправлением* могут изображаться в исходном и рабочем положениях.
2. *Распределители с электромагнитным управлением* показываются только в исходном положении.

Таблица 3.4 – Обозначение позиций распределителей

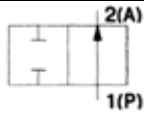
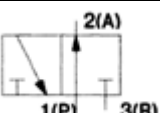
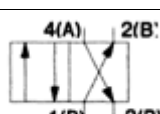
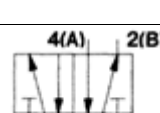
| Обозначение | Наименование |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Позиции переключения изображаются в виде квадрата |
|  | Число квадратов соответствует числу позиций переключения |
|  | Линия обозначает проточную часть, стрелка показывает направление течения |
|  | Закрытое присоединение изображается в виде буквы Т (нормальной или перевернутой на 180 ⁰) |
|  | Присоединение линии для подвода и отвода воздуха обозначаются вне квадрата |

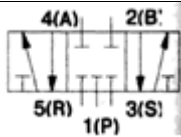
Распределители характеризуются числом присоединений, числом позиций переключения и проточной частью. Для того, чтобы избежать ошибок при монтаже, все входы и выходы распределителя необходимо маркировать.

Числитель – число линий присоединения.

Знаменатель – число позиций переключения.

Таблица 3.5 – Линии (каналы) присоединения и позиции переключения распределителей

| Обозначение | Наименование |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|  | 2/2 распределитель нормально открытый |
|  | 3/2 распределитель нормально закрытый |
|  | 3/2 распределитель нормально открытый |
|  | 4/2 распределитель с протоками от 1(P) к 2(B) и от 4(A) к 3(R) |
|  | 5/2 распределитель с протоками от 1(P) к 2(B) и от 4(A) к 5(R) |



5/3 распределитель, перекрытый в средней позиции

Линии присоединения распределителей могут обозначаться буквами или цифрами по DIN ISO 5599-3. Обе возможности представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Рабочие и управляющие пневмолинии

| DIN ISO 5599-3 | Буквенная система | Линии (каналы) присоединения |
|----------------|-------------------|---------------------------------------------------------|
| 1 | P | Линии (каналы) питания сжатым воздухом |
| 2,4 | A, B | Рабочие (выходные) линии (каналы) |
| 3,5 | R.S | Линии (каналы) выхлопа |
| 10 | Y | Подаваемый сигнал закрывает проход от линии 1 к линии 2 |
| 12 | Y.Z | Подаваемый сигнал соединяет линию 1 с линией 2 |
| 14 | Z | Подаваемый сигнал соединяет линию 1 с линией 4 |
| 81,91 | Pz | Пневматическое сервоуправление |

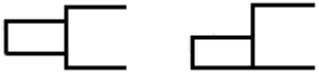
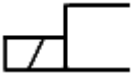

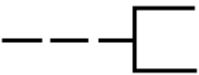
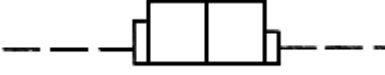
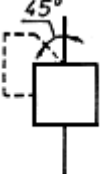
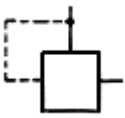

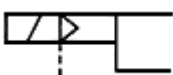
Виды управления

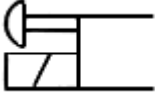
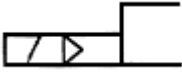
В зависимости от системных требований к виду управления пневматическими распределителями применяют:

- мускульное управление;
- механическое управление;
- пневматическое управление;
- электрическое управление;
- комбинированное управление.

Условные обозначения способов управления должны соответствовать DIN ISO 1219. Основные способы управления распределителем и возврата его в исходное состояние должны изображаться вместе с распределителем. Обычно условные обозначения способов управления изображаются с обеих сторон позиций переключения. Дополнительные способы управления, как, например, ручное управление, показываются отдельно.

Таблица 3.7 – Обозначения устройств управления

| Обозначение | Наименование |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Обозначения управления распределителем могут быть вычерчены в любой удобной позиции с соответствующей стороны обозначения аппарата</p> |
| <p>Линейное электрическое управление</p> | |
|  | <p>– с одной обмоткой, одностороннего действия</p> |
|  | <p>– с двумя противодействующими обмотками в одном узле, двухстороннего действия</p> |
| <p>Управление подводом или сбросом давления</p> | |
| <p>Прямое управление</p> | |
|  | <p>– воздействие на торцовую поверхность (подводом или сбросом давления)</p> |
|  | <p>– воздействие на торцовые поверхности разной площади</p> |
|  | <p>– внутренняя линия управления</p> |
|  | <p>– наружная линия управления</p> |
| <p>Пилотное (непрямое) управление</p> | |
|  | <p>– с применением давления газа в одноступенчатом пилоте (с внутренним подводом потока, без указания первичного управления)</p> |
|  | <p>– со сбросом давления</p> |
|  | <p>– двухступенчатое управление, например, электромагнит и одно-ступенчатый, пневматический пилот (наружный подвод потока управления)</p> |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | – параллельное управление (ИЛИ) (электромагнит или нажимная кнопка независимо воздействуют на аппарат) |
|  | – последовательное управление (И) (электромагнит приводит в действие пилот, который приводит в действие основной аппарат) |

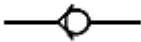

Клапаны давления

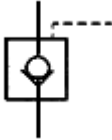
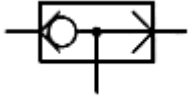
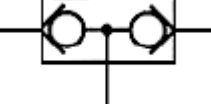
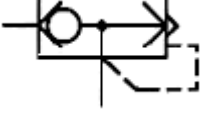
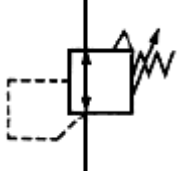
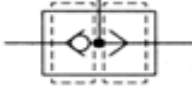

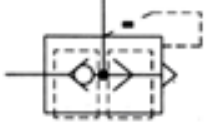
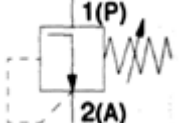
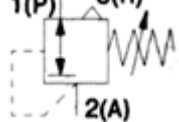
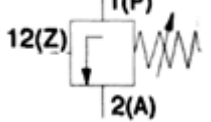

Клапаны давления предназначены для поддержания давления в пневматической системе или в отдельных ее частях. Клапаны давления являются обычно регулируемые за счет изменения усилия предварительного сжатия пружины. В зависимости от назначения различают следующие типы клапанов:

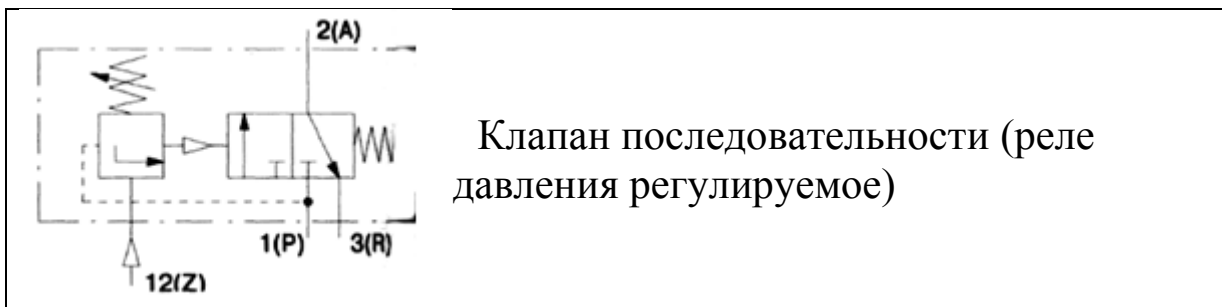
- редуционный клапан без разгрузки;
- редуционный клапан с разгрузкой;
- предохранительные клапаны.

Условное обозначение представляет собой клапан давления с проточной частью, которая в исходном состоянии является или открытой, или закрытой. У редуционных клапанов проточная часть всегда открыта. У предохранительных клапанов проточная часть остается закрытой так долго, пока сила давления не достигнет настроенного значения силы предварительного натяжения пружины.

Таблица 3.8 – Примеры условных графических обозначений клапанов

| Обозначение | Наименование |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
|  | Клапан обратный без пружины |
|  | Клапан обратный с пружиной |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Клапан обратный с поджимом рабочей средой, управление рабочей средой позволяет закрывать клапан без возвратной пружины</p> |
|  | <p>Клапан "ИЛИ"</p> |
|  | <p>Клапан "И"</p> |
|  | <p>Клапан быстрого выхлопа</p> |
|  | <p>Клапан редуционный со сбросом давления пневматический</p> |
|  | <p>Перекидной клапан «ИЛИ»</p> |
|  | <p>Клапан двух давлений «И»</p> |
|  | <p>Клапан быстрого выхлопа</p> |
|  | <p>Регулируемый редуционный клапан без разгрузки</p> |
|  | <p>Регулируемый редуционный клапан с разгрузкой</p> |
|  | <p>Предохранительный клапан с внешней линией управления</p> |
|  | <p>Предохранительный клапан с внутренней линией управления</p> |



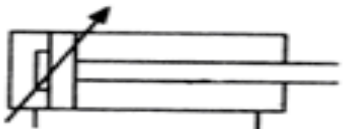
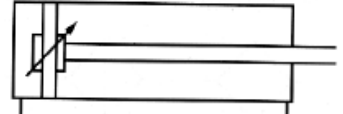
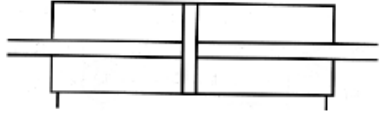
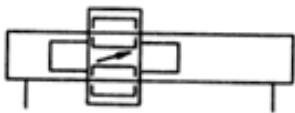
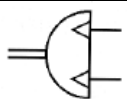
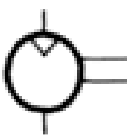

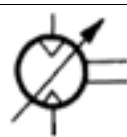
Линейные исполнительные устройства

Линейные исполнительные устройства или цилиндры изображаются в виде, близком к их конструктивной форме.

Цилиндры одностороннего действия, двустороннего действия и бес-штоковые служат основой других вариантов конструкций. Применение демпфирования в конце хода способствует увеличению долговечности, что достигается за счет снижения нагрузки в конечном положении путем уменьшения скорости движения поршня. Если условное обозначение цилиндра включает стрелку, то это означает, что демпфирование в конце хода является регулируемым.

Таблица 3.9 – Условные изображения исполнительных устройств


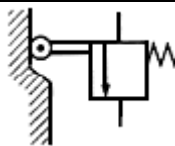
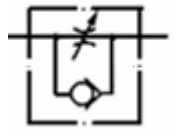
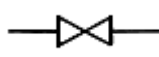
| Обозначение | Наименование |
|-------------|------------------------------------------------------------------------|
| | Цилиндр одностороннего действия толкающего типа |
| | Цилиндр одностороннего действия тянущего типа |
| | Цилиндр двустороннего действия |
| | Цилиндр двустороннего действия с простым нерегулируемым демпфированием |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  | Цилиндр двустороннего действия с простым регулируемым демпфированием |
|  | Цилиндр двустороннего действия с регулируемым демпфированием |
|  | Цилиндр двустороннего действия с проходным штоком |
|  | Бесштоковый цилиндр с магнитной муфтой |
|  | Поворотный исполнительный механизм двустороннего действия |
|  | Пневмомотор с постоянным рабочим объемом и одним направлением течения воздуха |
|  | Пневмомотор с регулируемым рабочим объемом и одним направлением течения воздуха |
|  | Пневмомотор с регулируемым рабочим объемом и двумя направлениями течения воздуха |

Дроссели

Как правило, дроссели являются регулируемыми с возможностью дросселирования в обоих направлениях. Если дроссель изображен со стрелкой, то это означает, что дроссель является регулируемым. Стрелка не указывает на направление прохождения воздуха. В дросселе с обратным клапаном последний включается параллельно дросселю. В этом случае дросселирование осуществляется только в одном направлении.

Таблица 3.10 – Условное обозначение дросселей

| Обозначение | Наименование |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Дроссель регулируемый (без указания метода регулирования или положения запорно-регулирующего элемента, обычно без полностью закрытой позиции) |
|  | Дроссель регулируемый (механическое управление роликом, нагружение пружиной) |
|  | Дроссель с обратным клапаном |
|  | Вентиль |

Принципиальная пневматическая схема вычерчивается для случая, когда пневмопривод находится в исходном положении, и подано давление в магистраль.

При этом все электрические сигналы (для распределителей с электрическим управлением) отсутствуют.

Все элементы схемы изображаются в состояниях, которые соответствуют этим исходным условиям.

Виды управления



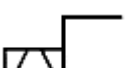
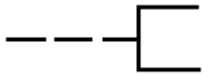
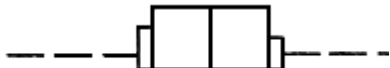
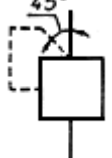
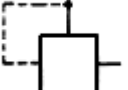
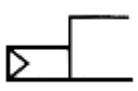

В зависимости от системных требований к виду управления пневматическими распределителями применяют:

- мускульное управление;
- механическое управление;
- пневматическое управление;
- электрическое управление;
- комбинированное управление.

Условные обозначения способов управления должны соответствовать DIN ISO 1219. Основные способы управления распределителем и возврата его в исходное состояние должны изображаться вместе с распределителем. Обычно условные обозначения способов управления изображаются с обеих сторон

позиций переключения. Дополнительные способы управления, как, например, ручное управление, показываются отдельно.

Таблица 3.11 – Обозначения устройств управления

| Обозначение | Наименование |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Обозначения управления распределителем могут быть вычерчены в любой удобной позиции с соответствующей стороны обозначения аппарата</p> |
| <p>Линейное электрическое управление</p> | |
|  | <p>– с одной обмоткой, одностороннего действия</p> |
|  | <p>– с двумя противодействующими обмотками в одном узле, двухстороннего действия</p> |
| <p>Управление подводом или сбросом давления</p> | |
| <p>Прямое управление</p> | |
|  | <p>– воздействие на торцовую поверхность (подводом или сбросом давления)</p> |
|  | <p>– воздействие на торцовые поверхности разной площади</p> |
|  | <p>– внутренняя линия управления</p> |
|  | <p>– наружная линия управления</p> |
| <p>Пилотное (непрямое) управление</p> | |
|  | <p>– с применением давления газа в одноступенчатом пилоте (с внутренним подводом потока, без указания первичного управления)</p> |
|  | <p>– со сбросом давления</p> |

| | |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>– двухступенчатое управление, например, электромагнит и одно-ступенчатый, пневматический пилот (наружный подвод потока управления)</p> |
| | <p>– параллельное управление (ИЛИ) (электромагнит или нажимная кнопка независимо воздействуют на аппарат)</p> |
| | <p>– последовательное управление (И) (электромагнит приводит в действие пилот, который приводит в действие основной аппарат)</p> |

3.2 Компоновка схемы. Термины и обозначения

Принципиальная пневматическая схема изображается исходя из условия, что сигналы управления и поток энергии направлен снизу-вверх, а последовательность операций рабочего цикла - слева направо.

Таким образом, на схеме блок подготовки воздуха изображается в левом нижнем углу, а пневматический цилиндр, выполняющий первый ход, - в левом верхнем углу и т. д.

Пневматическая система состоит из цепи элементов различных групп, соединенных между собой определенным образом.

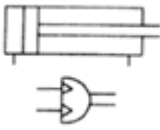


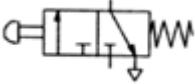
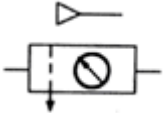
Элементы пневматической системы группируются по подсистемам:

- подсистема энергоснабжения (элементы энергоснабжения),
- информационная подсистема (датчики),
- логико-вычислительная подсистема (процессоры),
- исполнительная подсистема (управляющий распределитель и исполнительное устройство).

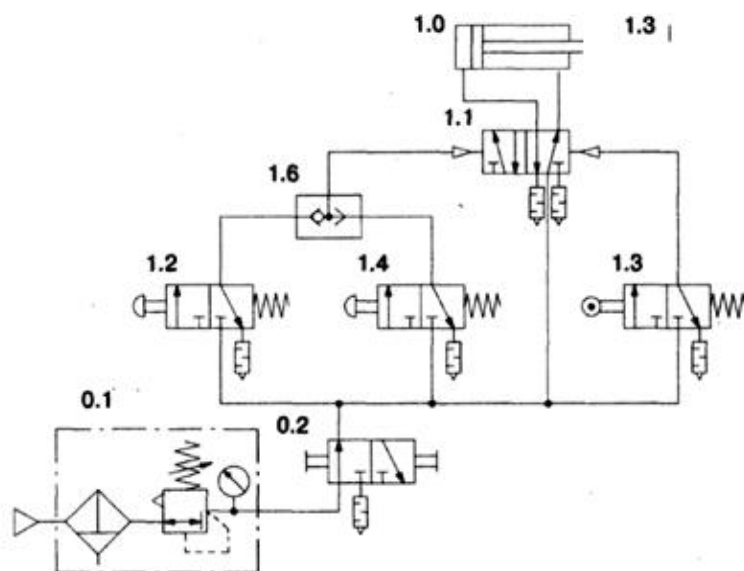
Элементы системы изображаются с помощью условных графических обозначений, а представление о функциональном назначении элементов дает схема их соединений.

Ниже в таблице 3.12 представлена структура пневматической системы управления.

Таблица 3.12 – Структура пневматической системы управления

| | | |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Исполнение команды</p> | <p>Исполнительные устройства: – пневмоцилиндры; – пневмомоторов; – оптические индикаторы.</p> |  |
| <p>Выдача сигнала ↑</p> | <p>Усилители мощности: – рапределители.</p> |  |
| <p>Обработка сигнала ↑</p> | <p>Логико-вычислительные устройства: – распределители; – обратные клапаны; – клапаны давления; – таймеры, тактовые цепочки.</p> |  |
| <p>Получение сигнала ↑</p> | <p>Информационные устройства: – распределители с кнопкой; – клапаны с роликовым рычагом; – бесконтактные выключатели; – струйные выключатели.</p> |  |
| <p>Энергоснабжение ↑</p> | <p>Устройства энергоснабжения: – компрессор; – пневмоаккумуляторы; – регуляторы давления; – устройство подготовки воздуха.</p> |  |

Распределители могут применяться как входные элементы, логико-вычислительные элементы или усилители мощности. Пример взаимосвязи в пневматической системе элементов различного функционального назначения представлен на рисунке 3.1.



Исполнительный элемент

Управляющий элемент
(Усилитель мощности)
Логико-вычислительный элемент

Информационные
(входные) элементы

Производство сжатого
воздуха (Распределение/
Подготовка)

Рисунок 3.1 – Принципиальная схема пневматической системы

Рассмотрим пример решения задачи.

Прямое управление цилиндром двустороннего действия

Шток цилиндра двустороннего действия выдвигается при нажатии пневмокнопки. При отпускании кнопки шток втягивается. Цилиндр имеет небольшой диаметр поршня (25 мм) и для работы на требуемой скорости потребляет небольшой расход воздуха.

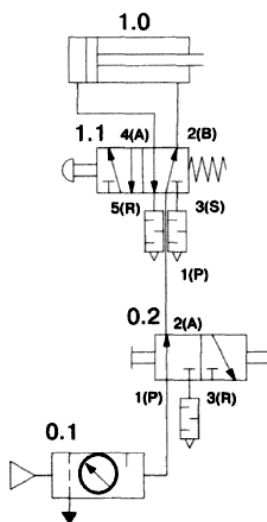


Рисунок 3.2 – Принципиальная схема с 5/2-распределителем

Решение.

Для управления цилиндром двустороннего действия можно выбрать следующие распределители с ручным управлением:

- 5/2-распределитель;
- 4/2-распределитель.

В исходной позиции кнопка распределителя не нажата, штоковая полость цилиндра находится под давлением и шток цилиндра втянут. При нажатии на кнопку распределителя 1.1 воздух проходит от канала питания 1(P) к выходу 4(A) и, попадая в поршневую полость цилиндра, заставляет его шток выдвигаться. При этом вытесняемый из штоковой полости воздух через каналы 2(B) и 3(S) вытекает в атмосферу. При отпускании кнопки распределителя 1.1 пружина возвращает его в исходное положение, при котором питание поступает на выход 2(B),

А выход 4(A) через канал 5(R) сообщается с атмосферой. Шток цилиндра втягивается.

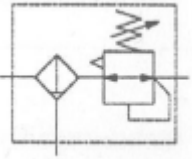
Если кнопку отпустить, то движение сразу изменит направление и шток втянется. Возможно изменение направления движения без достижения поршнем его исходной или конечной позиции.

4 ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПРОРАБОТКИ

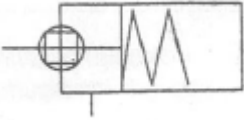
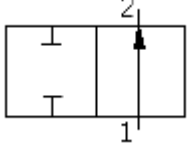
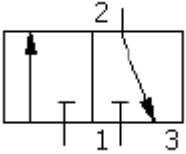
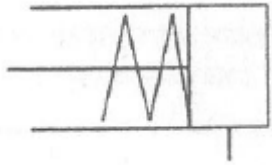
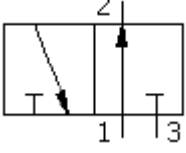
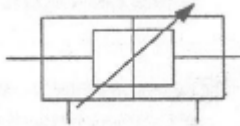
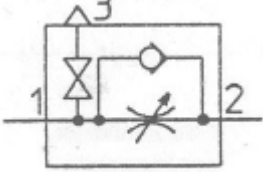

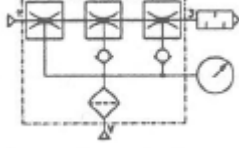
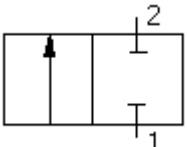
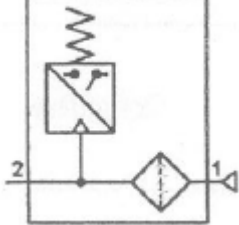
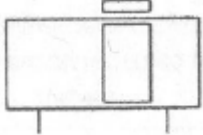
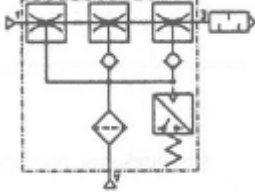
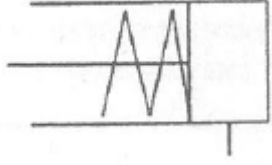
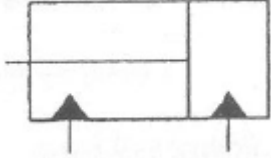
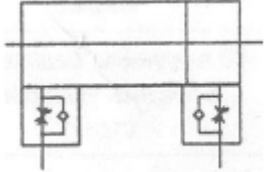
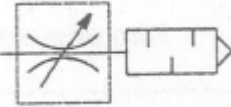
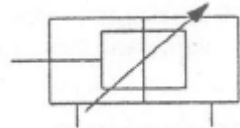
4.1 Несложные схемы пневмоавтоматики

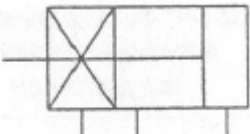
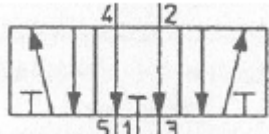
Определить из каких пневмоэлементов состоят пневмоблоки и определить их назначение.

Таблица 4.1 – Варианты заданий

| № | Избражение пневмоблока | № | Избражение пневмоблока |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 |  | 21 |  |

| | | | |
|----|--|----|--|
| 2 | | 22 | |
| 3 | | 23 | |
| 4 | | 24 | |
| 5 | | 25 | |
| 6 | | 26 | |
| 7 | | 27 | |
| 8 | | 28 | |
| 9 | | 29 | |
| 10 | | 30 | |

| | | | |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 |  | 31 |  |
| 12 |  | 32 |  |
| 13 |  | 33 |  |
| 14 |  | 34 |  |
| 15 |  | 35 |  |
| 16 |  | 36 |  |
| 17 |  | 37 |  |
| 18 |  | 38 |  |
| 19 |  | 39 |  |

| | | | |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 20 |  | 40 |  |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------|

4.2 Вопросы для самостоятельной проработки

- 1 Из каких элементов состоит пневмоагрегат?
- 2 Какие основные термодинамические параметры характеризуют состояние воздуха?
- 3 Каким законам идеального газа подчиняется воздух для пневмосистем?
- 4 Что такое энтальпия, энтропия? Какое отношение эти термины имеют к первому и второму законам термодинамики?
- 5 Какой физический смысл имеет уравнение неразрывности потока?
- 6 Что показывает коэффициент расхода?
- 7 Что определяет критическое давление при истечении газа неограниченного объема? Какое значение критического давления для воздуха?
- 8 В чем отличие компрессорного, аккумуляторного и магистрального пневмоприводов?
- 9 Из каких основных элементов состоит пневмопривод?
- 10 Что такое абсолютная и относительная влажность воздуха?
- 11 В чем принципиальное отличие компрессоров динамического действия?
- 12 В каком из компрессоров (поршневом или мембранном) можно получить большой перепад давлений?
- 13 Какие основные элементы поршневого компрессора?
- 14 В чем заключается преимущество центробежного компрессора по сравнению с поршневым?
- 15 Преимущества и недостатки пластинчатого компрессора?
- 16 Преимущества и недостатки винтового компрессора?
- 17 Какие способы регулирования производительности компрессоров, работающих на пневмосеть?
- 18 Для решения каких технических задач применяется пневмодвигатель?
- 19 При помощи какого элемента шток пневмоцилиндра одностороннего действия возвращается в исходное положение после срабатывания?

20 Какие преимущества и недостатки мембранного пневмоцилиндра?

21 Для чего применяется демпфер в пневмоцилиндре?

22 В каких случаях применяются тандем-пневмоцилиндр и компактный тандем-пневмоцилиндр?

23 Какое преимущество пневмоцилиндра с фиксатором штока по сравнению с пневмоцилиндрами другого типа?

24 Как реализуется защита штока пневмоцилиндра от проворота?

25 При помощи какого пневматического устройства осуществляется поворот его на заданный угол?

26 Какие типы пневмомоторов вы знаете?

27 По каким параметрам производят выбор пневмомотора?

28 Для чего необходима регулирующая пневмоаппаратура?

29 Какой принцип действия 3/2-пневмораспределителя?

30 Какой принцип действия 5/2-пневмораспределителя?

31 В чем состоит отличие моностабильного и бистабильного пневмораспределителей?

32 По какому принципу подбирается пневмораспределитель?

33 Как работает и для чего необходим обратный клапан?

34 Какие преимущества имеет шаровый вентиль?

35 При помощи каких устройств регулируют расход воздуха пневмосистемах?

36 За счет каких устройств регулируется давление в пневмостеме?

37 Для чего применяются пневмоклапаны последовательности?

38 Какие виды фильтров вы знаете и для чего они используются?

39 Как удалить из потока сжатого воздуха компрессорное масло?

40 При помощи каких устройств осушают сжатый воздух в подсистемах?

41 Для чего необходимы ресиверы и как они защищены от избыточного давления?

42 Какие требования применяются при монтаже гибких трубопроводов?

43 При помощи чего реализуется постоянное внешнее смазывание пневматических устройств?

44 В чем заключается техническое обслуживание пневматических приводов?

45 Как найти и устранить неисправность пневматической сети?

46 Какие требования безопасности применяются при эксплуатации пневмосети?

4.3 Контрольная работа

Ответить развернуто и иллюстрациями на вопросы вашего варианта из пункта 4.2, указанные в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Варианты заданий к контрольной работе

| № варианта | Контрольные вопросы | № варианта | Контрольные вопросы |
|------------|---------------------|------------|---------------------|
| 1 | 1, 41 | 21 | 21, 35 |
| 2 | 2, 42 | 22 | 22, 36 |
| 3 | 3, 43 | 23 | 23, 37 |
| 4 | 4, 44 | 24 | 24, 38 |
| 5 | 5, 45 | 25 | 25, 39 |
| 6 | 6, 46 | 26 | 26, 40 |
| 7 | 7, 21 | 27 | 27, 1 |
| 8 | 8, 22 | 28 | 28, 2 |
| 9 | 9, 23 | 29 | 29, 3 |
| 10 | 10, 24 | 30 | 30, 4 |
| 11 | 11, 25 | 31 | 31, 5 |
| 12 | 12, 26 | 32 | 32, 6 |
| 13 | 13, 27 | 33 | 33, 7 |
| 14 | 14, 28 | 35 | 35, 8 |
| 15 | 15, 29 | 36 | 36, 9 |
| 16 | 16, 30 | 37 | 37, 10 |
| 17 | 17, 31 | 38 | 38, 11 |
| 18 | 18, 32 | 39 | 39, 12 |
| 19 | 19, 33 | 40 | 40, 13 |

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пневмоавтоматика. Учебное пособие. СПб.: «ЭС ЭМ СИ Пневматик». – 176 с. 2013.
2. Наземцев А.С. Гидравлические и пневматические системы. Часть 1. Пневматические приводы и средства автоматизации. Учебное пособие. – М: ФОРУМ, 2004. – 240с.
3. FESTO. Пневмоавтоматика. Основной курс TP101. Учебное пособие.
4. SMC. Компоненты пневмоавтоматики. Каталог. 2005.
5. ГОСТ 2.781–96. Обозначения условные графические. Аппараты гидравлические и пневматические. Устройства управления и приборы контрольно-измерительные