

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод»

СРЕДСТВА ПНЕВМОАВТОМАТИКИ

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СРЕДСТВА ПНЕВМОАВТОМАТИКИ»
для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и
технологических машин»**

ЭЛЕКТРОННОЕ УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Минск 2019

УДК 62-82+62-85
С75

Составители:

П.Р. Бартош, П.Н. Кишкевич, Л.Г. Филипова, Я.С. Калинка, Джежора С.В.

Рецензенты:

Ю.Д. Карпиевич, Ч.И. Жданович

В методическом пособии для выполнения лабораторных работ освещены вопросы устройства различных пневматических устройств: запорных кранов, дросселей, клапанов, логических элементов, регуляторов давления, клапанов выдержки времени и других элементов. Рассматриваются вопросы разработки схем приводов и их реализация на стендовом оборудовании, синтеза дискретных систем управления на базе логических элементов «И», «ИЛИ», статические характеристики выше указанных устройств и т.д.

Белорусский национальный технический университет
пр-т Независимости, 65, г. Минск, Республика Беларусь
Тел. (017)292-84-37
E-mail\$ emd@bntu.by
<http://www.bntu.by/ru/struktura/facult/psf/chairs/im/>
Регистрационный №

© БНТУ, 2019 Бартош П.Р., Кишкевич П.Н., Филипова Л.Г.,
Калинка Я.С., Джежора С.В.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ	4
<i>при выполнении лабораторных работ на универсальном стенде</i>	4
<i>Лабораторная работа №1</i>	5
ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ФИРМЫ «FESTO» ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПО ПНЕВМО- И	5
ЭЛЕКТРОПНЕВМОАВТОМАТИКЕ	5
<i>Лабораторная работа №3</i>	22
ЗАПОРНЫЕ КРАНЫ, ДРОССЕЛИ, КЛАПАНЫ,	22
ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ	22
<i>Лабораторная работа №4</i>	31
ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛИ	31
<i>Лабораторная работа №5</i>	42
ЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ	42
СРЕДСТВАМИ ПНЕВМОАВТОМАТИКИ	42
<i>Лабораторная работа № 6</i>	48
РАЗРАБОТКА СХЕМ ПРИВОДОВ И РЕАЛИЗАЦИЯ ИХ НА СТЕНДЕ (FESTO)	48
<i>Лабораторная работа №8</i>	59
СИНТЕЗ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПНЕВМОПРИВОДОМ НА БАЗЕ	59
ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ «И», «ИЛИ»	59
<i>Лабораторная работа №9</i>	64
РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИХ СХЕМ ДИСКРЕТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПНЕВМОПРИВОДАМИ С ОДНИМ ДВИГАТЕЛЕМ	64
<i>Лабораторная работа №10</i>	70
ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ С ЗАПОМИНАНИЕМ СИГНАЛОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПНЕВМОПРИВОДАМИ НА БАЗЕ ПНЕВМОЦИЛИНДРОВ	70
ДВУСТОРОННЕГО ДЕЙСТВИЯ	70
<i>Лабораторная работа №11</i>	73
ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ПРИВОД С РЕЛЕ ВРЕМЕНИ	73
<i>Лабораторная работа №12</i>	78
РЕАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИХ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПНЕВМОПРИВОДОМ НА БАЗЕ ЦИЛИНДРОВ ДВУСТОРОННЕГО ДЕЙСТВИЯ	78
<i>Лабораторная работа №13</i>	82
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ НА ШТОКАХ ПНЕВМОДВИГАТЕЛЕЙ И СКОРОСТИ	82
ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ШТОКОВ ПНЕВМОДВИГАТЕЛЕЙ	82
<i>Лабораторная работа №14</i>	88
ИССЛЕДОВАНИЕ ПНЕВМОПРИВОДА С РЕГУЛИРОВАНИЕМ СКОРОСТИ	88
ВЫХОДНОГО ЗВЕНА В КОНЦЕ ХОДА	88
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	93

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ
при выполнении лабораторных работ на универсальном стенде

При выполнении лабораторных работ каждый студент обязан строго выполнять следующие правила техники безопасности:

1. К проведению лабораторных работ допускаются лица, прошедшие инструктаж по безопасным приемам работы в лаборатории с указанием мест расположения выключателей электропитания, огнетушителей, средств оказания первой медицинской помощи пострадавшим, аварийных выходов из помещения. После инструктажа должна быть произведена соответствующая запись в журнале.

2. Перед началом работы необходимо внимательно изучить методическое руководство по проведению лабораторной работы.

3. Подключение стенда к источнику питания, а также набор, изменение и разборка схемы должна выполняться при выключенном внешнем источнике питания.

4. Включать источники питания и стенд только в присутствии преподавателя или инженера.

5. В случае перерыва в работе стенд должен отключаться от источников электропитания. Оставлять без надзора стенд, находящийся под напряжением, категорически запрещается.

6. При монтаже пневматических схем необходимо обеспечить надежное закрепление всех устройств. Усилия при монтаже шлангов должны прикладываться только в направлении, перпендикулярном монтажной доске.

7. В случае травмы немедленно выключать учебный стенд, вызвать при необходимости врача и до его прибытия оказывать помощь пострадавшим.

Лабораторная работа №1
ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА
ФИРМЫ «FESTO» ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПО ПНЕВМО- И
ЭЛЕКТРОПНЕВМОАВТОМАТИКЕ

Цель работы: изучение конструкции и принципа действия лабораторного стенда для выполнения работ по пневмо- и электропневмоавтоматике.

1. Порядок выполнения работы

1. Изучить состав и назначение универсального стенда для выполнения работ по пневмо- и электропневмоавтоматике.
2. Ознакомиться с условными обозначениями пневмоэлементов (приложения 1, 2).
3. Изучить принципиальные условные обозначения гидравлического оборудования учебного стенда.

2. Общие сведения

Лабораторный стенд фирмы «FESTO» (Германия) предназначен для практического изучения элементной базы и основных систем управления производственными процессами с помощью пневмоавтоматики. Его главной особенностью является предоставленная для учащихся возможность самим собирать различные схемы для изучения характеристик основных пневматических устройств в целом, проверять работоспособность разрабатываемых пневматических систем, приобретать навыки монтажа, наладки и технической эксплуатации пневмоприводов.

Общий вид лабораторного стенда представлен на рис. 1.1, включающий в себя стол 1 с выдвижными контейнерами 9 с пневмоэлементами, находящимися в индивидуальных ложементках (ячейках) с соответствующими условными обозначениями (мнемоническими схемами пневмоэлементов) (в) [1].

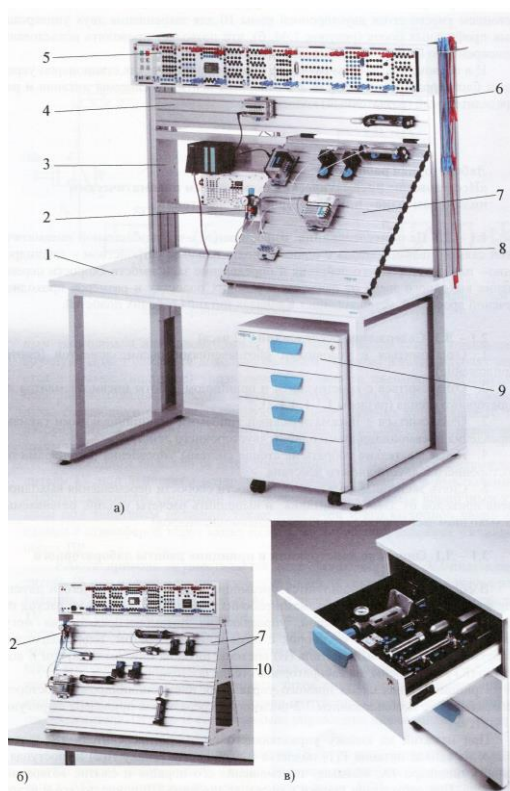


Рисунок 1.1. Общий вид стенда

На горизонтальной столешнице стола закреплены профильные алюминиевые стойки 3, с держателями пневмошлангов и электрических проводов 6. Стойки связаны между собой поперечными профильными траверсами 4, предназначенными для установки электрических (электронных) компонентов 5 и пневмоэлементов, а также для закрепления наклонной универсальной доски 7 для монтажа исследуемых лабораторных установок.

Эргономически расположенная универсальная доска представляет собой профильную плиту анодированного алюминия. Реальные стандартные пневмоэлементы, снабженные специальными держателями с фиксаторами, быстро, безопасно и надежно крепятся в пазах плиты. Шаг пазов – 50 мм. Максимальные габариты – 1100x700, минимальные – 350x250 мм.

На универсальных досках стационарно укреплены блоки подготовки воздуха 2 с запорным вентилем системы питания и распределительный (раздаточный) коллектор 8.

В составе стенда используются пневмоцилиндры одностороннего и двустороннего действия с малыми объемами рабочих полостей, и, поскольку расход потребляемого воздуха небольшой, управляющие пневмораспределители могут иметь ручное управление от кнопок с пружинным возвратом. Блок подготовки воздуха (БПВ), запорный вентиль (В) системы питания сжатым воздухом и коллектор (К) установлены на лабораторном стенде постоянно.

На стенде фирмы «FESTO» применяется компактный компрессор для закрытых помещений общий вид, которого представлен на рисунке 1.2.

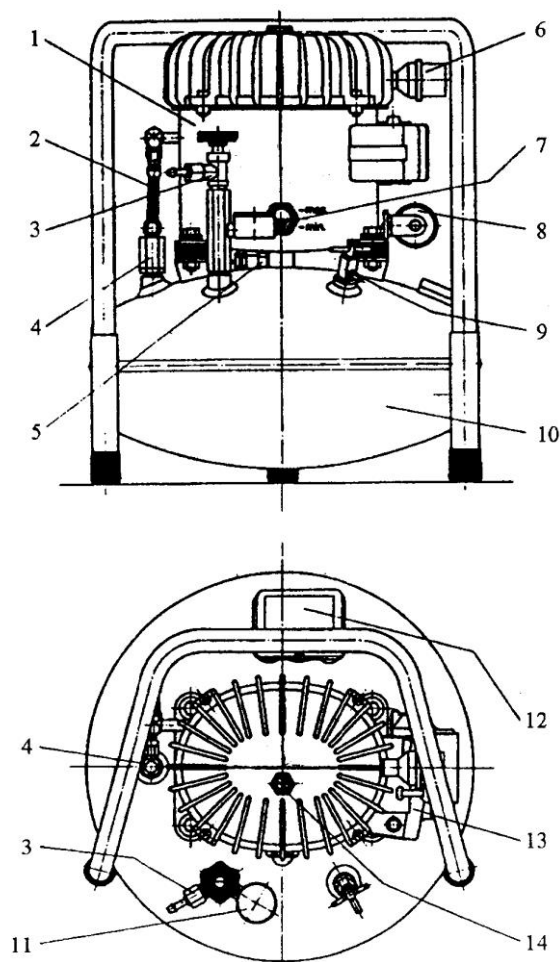


Рисунок 1.2. Компактный компрессор:

1 – мотор-компрессор в защитном кожухе с ребрами охлаждения; 2 – гибкий соединительный шланг; 3 – кран выхода сжатого воздуха; 4 – обратный клапан; 5 – предохранительный клапан; 6 – воздушный фильтр; 7 – показатель уровня масла; 8 – пусковой конденсатор; 9 – кран сброса давления из ресивера; 10 – ресивер; 11 – манометр; 12 – датчик давления; 13 – коробка соединений; 14 – отверстие для заливки масла

Характеристики компрессора:

- давление - 0,8 МПа;
- производительность – 50 л/мин ($0,83 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$);
- объем ресивера – 24 л ($24 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$);
- напряжение питания 220 В;
- потребляемый ток – 2,65 А;
- масса – 30,5 кг;
- уровень шума - 45 дБ.

В основную комплектацию стенда входят пневмо- и электропневматические устройства, условные обозначения и схемы которых представлены в Приложении. Названия устройств даны в соответствии с ГОСТ 2.780-96 «ЕСКД. Обозначения условные графические. Кондиционеры рабочей среды, емкости гидравлические и пневматические», ГОСТ 2.781-96 «ЕСКД. Обозначения условные графические. Аппараты гидравлические и пневматические, устройства управления и приборы контрольно-измерительные», ГОСТ 2.782-96 «ЕСКД. Обозначения условные графические. Машины гидравлические и пневматические». Для идентификации пневмо- и электропневматических устройств имеются таблички с их условными графическими обозначениями, которые также приведены в таблице приложения.


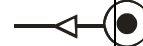
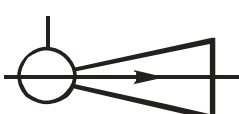
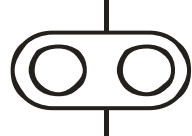
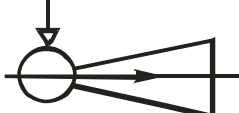
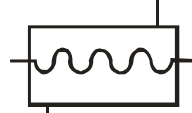
Все комплектующие пневмо- и электропневматических устройств рассчитаны на максимальное давление 0,8 МПа.

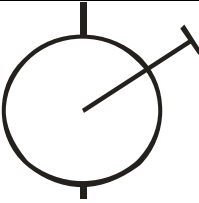
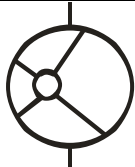
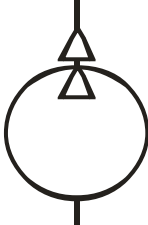




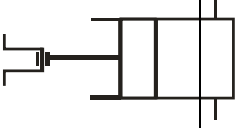
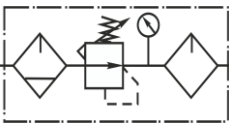
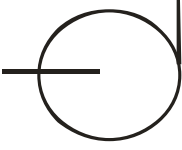

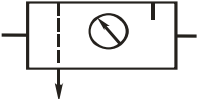
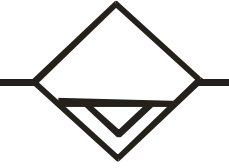
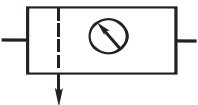
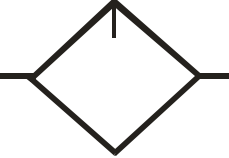

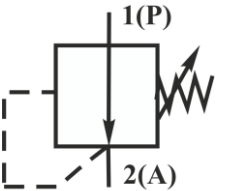
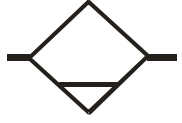
Контрольные вопросы

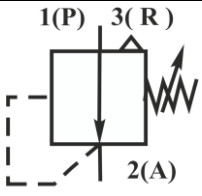
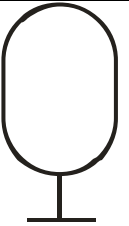
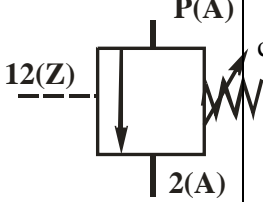

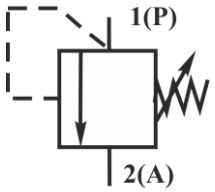

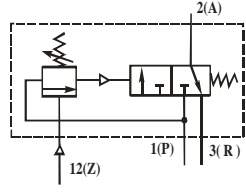

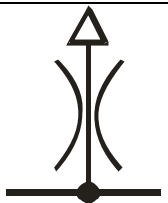


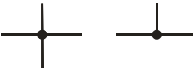
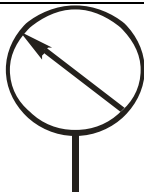
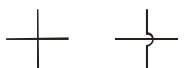

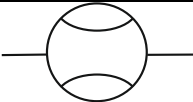
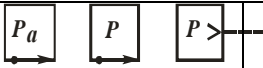
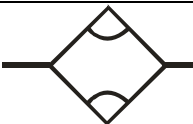
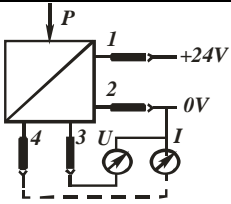
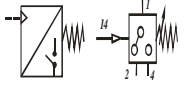
1. Для чего предназначен стенд?
2. Основные составляющие стенда.
3. Что входит в состав компрессора?

Приложение 1

Условные обозначения на принципиальных схемах пневмоэлементов

Наименование	Мнемосхема (условное графическое изображение)	Наименование	Мнемосхема (условное графическое изображение)
ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ			
Источник давления (упрощенное обозначение), пневматический		Компрессор	
Насос струйный - общее назначение		Насос (компрессор) шестеренчатый	
- с газовым внешним потоком		Насос (компрессор) винтовой	

Насос (компрессор) ручной		Насос (компрессор) пластинчатый	
Вакуум-насос		Насос (компрессор) радиально-поршневой	
Вентилятор центробежный		Насос (компрессор) аксиально-поршневой	
Вентилятор осевой		Насос (компрессор) кривошипный	
Блок подготовки воздуха, состоящий из воздушного фильтра, регулятора давления, манометра и маслораспылителя		Насос (компрессор) лопастной центробежный	
Фильтр. Сепарация и фильтрация твердых частиц		Упрощенное обозначение блока подготовки воздуха	
Влагоотделитель автоматический		Упрощенное обозначение блока подготовки воздуха без маслораспылителя	
Маслораспылитель. Дозированное количество масла примешивается к воздуху		Глушитель шума	
Регулируемый редукционный клапан без разгрузки (пневматический)		Влагоотделитель с ручным управлением	


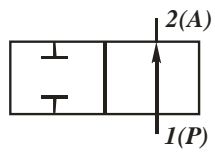
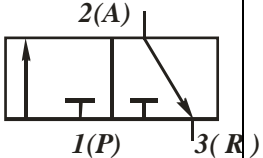
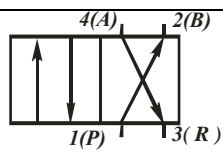
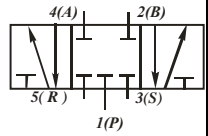
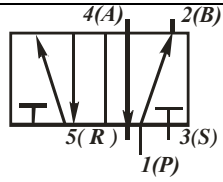
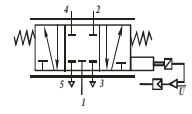
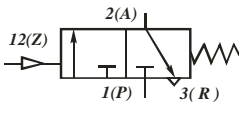
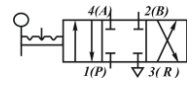
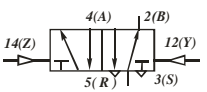
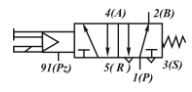

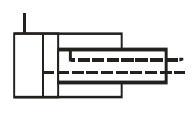
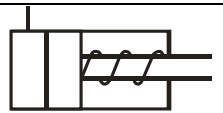
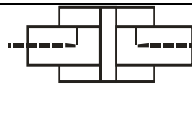
Регулируемый редукционный клапан с разгрузкой (пневматический)		Пневмоаккумулятор с «Т» - соединением	
Предохранительный клапан с внешней линией управления (пневматический)		Напорные, рабочие и сливные линии	
Предохранительный клапан (клапан давления) с внешней линией управления (пневматический)		Управляющие линии	
Клапан последовательности (реле давления регулируемое, пневматическое)		Сливные линии или отвода утечек	
Удаление воздуха		Гибкие линии	
Быстроразъемное соединение с механическими обратными клапанами		Соединение линий	
Манометр		Пересекающиеся линии	
Оптический индикатор (пневматический)		Расходомер	
II. ПОЛУЧЕНИЕ И ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ			
Датчик давления - общее обозначение		Датчик расхода	
- пропорциональный		Реле давления (пневмоэлектрический преобразователь)	


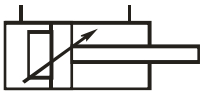
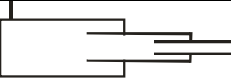

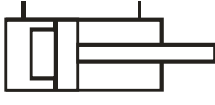
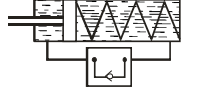
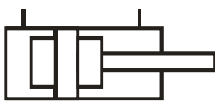
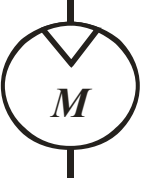
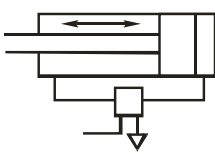
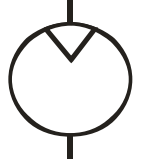

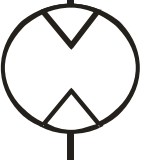
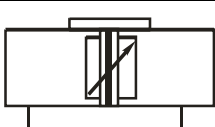
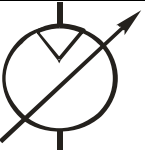
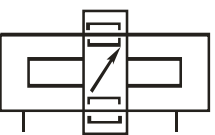
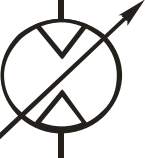
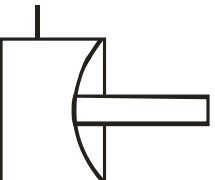
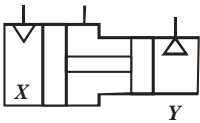
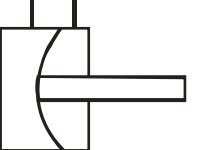
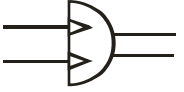
Пневматический счетчик с предысканием (обратного расчёта)		Датчик положения (близости) пневматический	
Пневмодатчик положения (рефлекторный)		Пневмодатчик (сопло источник)	
Одноканальный пневмодатчик (типа «сопло – заслонка»)		Пневмодатчик (сопло-приемник)	
Реле вакуума		Бесконтактный пневматический датчик сигналов с магнитным управлением	
Обратный клапан - не нагруженный		Пневматический счетчик импульсов суммирующий	
- нагруженный		Клапан быстрого выхлопа (пневматический)	
Клапан ИЛИ (перекидной)		Дроссель регулируемый	
Клапан двух давлений («И» - элемент)		Дроссель с обратный клапаном	
Эжектор		Регулятор расхода (клапан разности давлений)	
		- постоянный	
		- регулируемый	
III. Пневмораспределители и способы управления распределителями			
Способы управления распределителями. Линии управления пневмораспределителями			
Мускульное управление: - общее обозначение - с помощью кнопки		Пневматическое управление: - прямое управление, путем подачи давления	

- с помощью рычага		- не прямое управление (с предварительным усилением) путем подачи давления	
- с помощью рычага с фиксацией		Электромагнитное управление: - с помощью электромагнита	
- с помощью педали		- с помощью двух электромагнитов	
Механическое управление: - с помощью толкателя		Комбинированное управление: - не прямое (пилотное) электромагнитное и вспомогательное ручное управление с пневматическим усилением	
- с помощью ломающегося ролика, срабатывающего только в одном направлении		Без уточнения способа воздействия	
- с помощью возвратной пружины			
- с помощью центрирующих пружин			

ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ (КАНАЛЫ)

DIN-ISO 5599-3	Буквенная система	Линии (каналы) присоединения		
Рабочие линии				
1	P	Линии (каналы) питания сжатым воздухом		
2,4	A,B	Рабочие (выходные) линии (каналы)		
3,5	R,S	Линии (каналы) выхлопа		
Линии управления				
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 ли-		

		нию 1 с линией 4		
81,9 1	Pz	Пневматическое сервоуправление		
	Число линий присоединений Число позиций			
2/2 пневмораспреде- литель нормально откры- тый				
3/2 пневмораспреде- литель нормально откры- тый				
ПНЕВМОРАСПРЕДЕЛИТЕЛИ				
4/2- пневмораспределитель с протоками от 1(P) к 2(B) и от 4(A) к 3(R)			5/3- пневмораспределитель, перекрытый в средней позиции (нейтральное положение)	
5/2- пневмораспредели-тель с протоками от 1(P) к 2(B) и от 4(A) к 5(R)			Пневмораспределитель пропорциональный	
3/2- пневмораспередели-тель с односторонним пнев- моуправлением и пружинным возвратом			4/3-пневмораспередели- тель с ручным управле- нием и фиксацией руко- ятки в нейтральном по- ложении (режим «за- крыт»)	
5/2- пневмораспередели-тель с двусторонним пневма- тическим управлением			5/2-пневмораспере- делитель с односто- ронним кнопочным или электромагнитным пи- лотным управлением и пружинным возвратом	
IV. ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА				
Цилиндр односторон- него действия: - без указания способа возврата штока		Цилиндр двусторон- него действия с подво- дом рабочей среды через штоки: - с односторонним штоком		
- с возвратом штока пружиной		- с двусторонним штоком		

- плунжерный		Цилиндр с регулируемым торможением в конце хода: - с одной стороны	
- телескопический		- с двух сторон	
Цилиндр с постоянным торможением в конце хода: - с одной стороны		Амортизатор с регулированием в одном направлении	
- с двух сторон		Пневмомотор. Общее обозначение	
Цилиндр с автоматическим циклом работы		Пневмомотор нерегулируемый: - с постоянным направлением потока	
Пневматический линейный привод (с бесштоковым цилиндром) – с наружными упорами		- с реверсивным потоком	
- с регулируемым демпфированием в конечных положениях		Пневмомотор регулируемый: - с постоянным направлением потока	
Пневматический линейный привод с магнитной муфтой и с бесштоковым цилиндром		- с реверсивным потоком	
Цилиндр мембранный - одностороннего действия		Поступательный преобразователь давления (мультипликатор или демультипликатор)	
- двустороннего действия		Поворотный пневмодвигатель	

Обозначение элементов схемы

Цифровое обозначение элементов схемы

При цифровом обозначении нумерация отдельных элементов группы 0 охватывает элементы энергоснабжения, группы 1,2,... отдельные управляющие цепи. Каждому цилиндру присваивается обычно номер группы.

0.1 ,0.2 и т.д.	Элементы системы питания
1.0, 2.0 и т.д.	Исполнительные устройства
1.1, 2.1 и т.д.	Управляющие распределители
.01 , .02 и т.д.	Элементы, расположенные между исполнительным устройством и управляющим распределителем
.2, .4 и т.д.	Элементы, которые вызывают выдвижение штока
.3, .5 и т.д.	Элементы, которые вызывают втягивание штока

Буквенное обозначение элементов схемы

Буквенное обозначение применяется прежде всего при систематическом проектировании принципиальных схем. Обозначение конечных выключателей взаимосвязано с обозначением цилиндров, с помощью которых они управляются.

A, B и т.д.	Исполнительные устройства
- a0, b0 и т.д.	Концевые выключатели, которые приводятся в движение цилиндрами A, B,, при втянутом положении штока
-a1, b1 и т.д.	Концевые выключатели, которые приводятся в движение цилиндрами A, B,, при выдвинутом положении штока

Основные правила изображения схем

Реальное пространственное расположение элементов не принимается во внимание.

Цилиндры и распределители должны, по возможности, изображаться горизонтально.

Поток энергии в цепи управления направлен снизу вверх.

Источник энергии может изображаться в упрощенном виде.

Отдельные элементы должны представляться в исходном или невключенном положениях. Элементы, находящиеся под воздействием сигнала управления, должны изображаться совместно с переключающим толкателем.

Линии трубопроводов должны быть прямыми и, по возможности, без пересечений. Места соединений трубопроводов под прямым углом (тройники, крестовины) отмечают точкой.

Лабораторная работа №2

АППАРАТУРА ПОДГОТОВКИ СЖАТОГО ВОЗДУХА

Цель работы: изучение конструкции, принципа действия системы подготовки сжатого воздуха и аппаратов, входящих в нее, а также порядка монтажа и настройки этих аппаратов (аппараты фирмы «FESTO»).

Порядок выполнения работы

1. Изучить данное описание лабораторной работы.

2. В отчете по данной работе привести рис. 2.7а, схематически изобразить фильтр влагоотделитель, редуционный клапан и маслораспылитель (можно упрощенно, как показано на рис. 2.8).
3. Привести краткое описание работы этих аппаратов.
4. Ознакомиться с другими конструкциями блоков подготовки воздуха (SMC, ПААЗ).
5. Ознакомиться с наладкой (настройкой) аппаратов подготовки воздуха.

Современные системы питания сжатым воздухом предъявляют определенные требования к сети трубопроводов:

- минимальные потери давления;
- герметичность;
- стойкость против коррозии;
- возможность модернизации системы.

Кроме правильного выбора размеров и материала трубопроводов, решающим фактором в обеспечении экономичной работы системы питания сжатым воздухом является расположение трубопроводов (конфигурация системы трубопроводов). Сжатый воздух поступает в систему от компрессора не непрерывным потоком, а по мере необходимости. При этом часто бывает так, что воздух расходуется потребителем в большом количестве лишь в короткие промежутки времени. Все это может привести к сбою в работе системы питания. Поэтому основной линии питания рекомендуется придавать кольцевую форму, так как это обеспечивает относительное постоянство давления в магистрали питания (рис. 2.1).

Для того, чтобы ремонт и модернизация трубопроводов не нарушали работу всей системы питания, желательно с помощью запорных клапанов разделить ее на отдельные секции.

Благодаря применению тройниковых соединений и трубопроводов 1 с заглушками 2 на концах появляется возможность по мере надобности, подключение ответвлений для новых устройств, потребляющих сжатый воздух. Эти ответвления должны оборудоваться стандартными запорными кранами 3 или обратными клапанами (рис. 2.1).

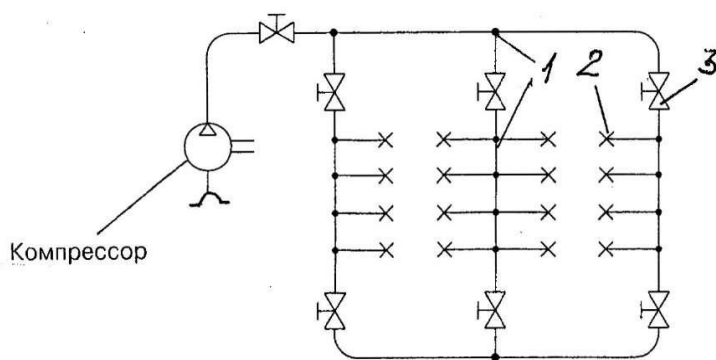


Рис.2.1. Сеть трубопроводов

Несмотря на самое тщательное отделение и отвод конденсата в установках по производству сжатого воздуха, падение давления и охлаждение окружающим воздухом могут вызвать образование конденсата и в системе трубопроводов. Чтобы он не увлекался потоком воздуха к потребителям, а собирался в определенных местах, откуда его было бы удобно отвести, все трубопроводы при установке должны иметь уклон к горизонтали 1-2 %. Это можно осуществить независимо на отдельных участках трубопровода. Конденсат должен выводиться из самой нижней точки сети трубопроводов.

Различные функции системы подготовки сжатого воздуха (фильтрация, регулирование и смазка элементов пневмосистемы) могут выполняться отдельными элементами или одним устройством - блоком подготовки сжатого воздуха (рис. 2.2).

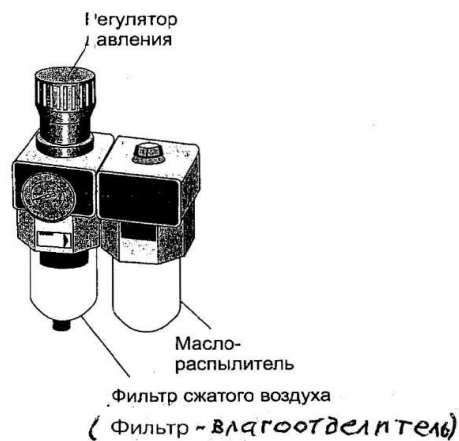


Рис.2.2. Блок подготовки сжатого воздуха

В современных пневматических системах подача смазки в сжатый воздух не всегда нужна. Это делается только в случае необходимости и, прежде всего, для смазки элементов исполнительной части системы. Влага, загрязнения и избыток масла могут привести к износу движущихся частей и уплотнений пневматических устройств. Из-за негерметичности соединений эти вещества могут вытекать наружу. И если не применять воздушный фильтр, то можно нанести вред обрабатываемым продуктам (например, в пищевой, парфюмерной и химической промышленности).

Выбор воздушного фильтра играет важную роль для обеспечения пневматической системы сжатым воздухом хорошего качества. Параметром фильтра сжатого воздуха является размер ширины ячейки фильтрующего элемента, от которого зависит размер наименьших частиц, задерживаемых фильтром.

Собранный конденсат должен удаляться из отстойника прежде, чем он достигнет верхнего уровня, иначе конденсат вновь будет вовлекаться в движение потоком воздуха (рис. 2.3).

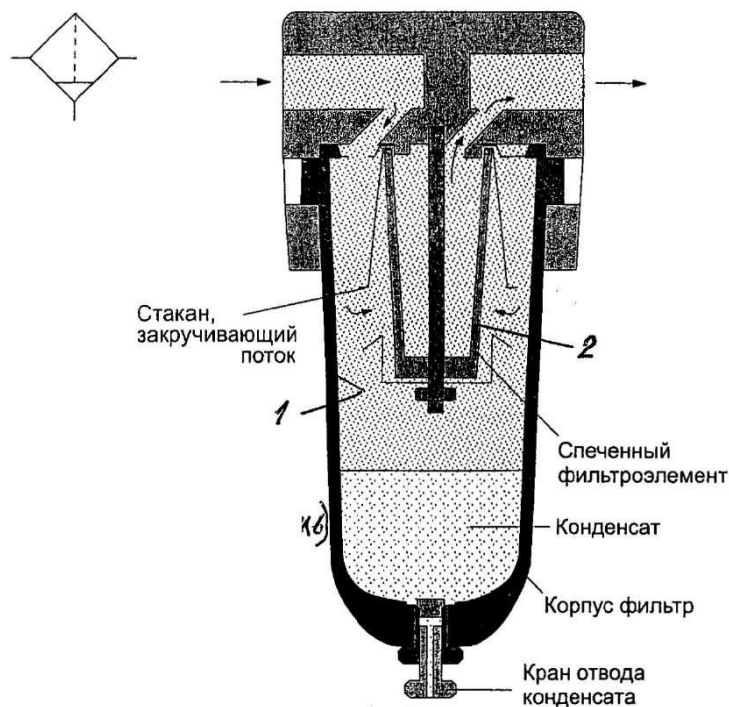


Рис. 2.3. Фильтр сжатого воздуха (фильтр-влагоотделитель)

При постоянном поступлении конденсата его целесообразно удалять автоматически, а не вручную. В этом случае используется автоматическое устройство для отвода конденсата содержащее поплавки, который при достижении определенного предельного уровня конденсата открывает с помощью рычага сопло. Протекающий через сопло сжатый воздух, воздействует на поршень затвора седельного клапана, открывая канал для удаления конденсата из корпуса фильтра-влагоотделителя. Если поплавки достигают своего нижнего уровня, то сопло закрывается и процесс сброса конденсата прекращается. При этом также возможно и ручное удаление конденсата из его накопителя.

Входящий в воздушный фильтр (рис. 2.3) сжатый воздух протекает через направляющий аппарат – стакан с лопатками, закручивающий поток, который приводит воздух во вращательное движение. Под воздействием центробежных сил частицы воды и твердые загрязнения выделяются из потока воздуха. Они устремляются к внутренней стенке 1 корпуса фильтра. Предварительно очищенный воздух затем протекает через фильтрующий элемент 2. Здесь происходит дальнейшее отделение частиц загрязнений, размеры которых больше, чем ширина ячеек фильтрующего элемента. В нормальных фильтрах размеры ячеек находятся в диапазоне 5...40 мкм.

Под степенью фильтрации фильтра понимается процент твердых частиц определенного размера, которые могут отделяться от потока воздуха. Например, степень фильтрации 99,99 % касается размеров частиц от 5 мкм. В фильтрах тонкой очистки могут отфильтровываться 99,999 % частиц величиной более 0,01 мкм.

При длительной эксплуатации установки фильтрующий элемент необходимо заменять, так как он может засориться отфильтрованными частицами. С увеличением степени загрязненности фильтра возрастает его сопротивление потоку газа. Поэтому потери давления на фильтре становятся больше.

Для определения срока замены фильтра необходимо проводить визуальный контроль или измерение перепада давления на фильтре.

Периодичность замены фильтрующего элемента зависит от состояния сжатого воздуха, от количества воздуха, потребляемого пневматической системой, и от размеров фильтра. Обслуживание фильтра предполагает:

- замену или очистку фильтрующего элемента,
- удаление конденсата.

При выполнении работ по очистке фильтра должны использоваться чистящие вещества, рекомендуемые производителем фильтрующего элемента.

Давление сжатого воздуха, поступающего от компрессора, подвержено колебаниям. Эти колебания давления питания отрицательно сказываются на скорости движения штоков цилиндров и на характеристиках переключения клапанов, дросселей, реле времени и распределителей с памятью.

Таким образом, постоянство давления питания является необходимым условием нормальной работы пневматических систем управления. Чтобы в пневмосистеме поддерживать постоянное давление питания, за фильтром сжатого воздуха (по течению потока) устанавливается регулятор давления (редукционный клапан), приведенный на рис. 2.4, 2.5 задачей которого является поддержание постоянного давления на выходе, несмотря на колебания давления и изменения расхода сжатого воздуха на входе. Установка в систему нескольких регуляторов давления позволяет независимо друг от друга поддерживать различные давления питания в отдельных ее частях. На практике установлено, что наилучшими и с экономической, и с технической точки зрения значениями давления питания являются:

- 0,6 МПа (6 бар) - для исполнительной части пневмосистемы и
- 0,3...0,4 МПа (3...4 бар) - для управляющей части.

Более высокий уровень давления приведет к неэкономичному расходованию энергии и ускорению износа элементов пневмосистем, тогда как более низкий уровень давления отрицательно скажется на эффективности работы пневмоэлементов и, прежде всего, элементов исполнительной части.

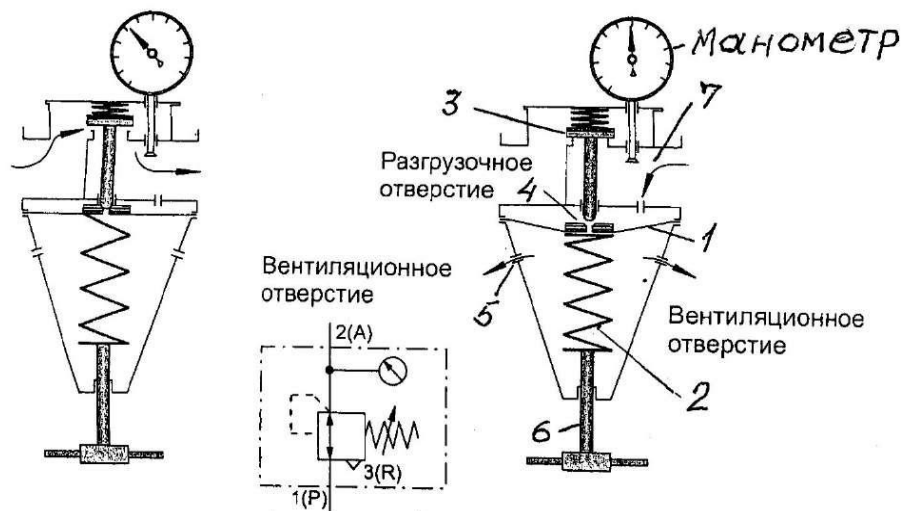


Рис. 2.4. Регулятор давления с разгрузочным отверстием

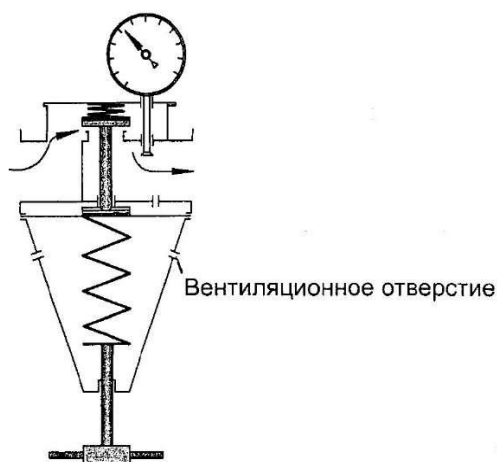


Рис. 2.5. Регулятор давления без разгрузочного отверстия

Давление на входе регулятора давления (рис. 2.4) всегда должно быть больше, чем на выходе. Регулятор автоматически поддерживает давление на выходе с помощью мембраны 1. Выходное давление воспринимается мембраной 1, на которую с другой стороны воздействует пружина 2, а проходное поперечное сечение седельного клапана 3 уменьшается или закрывается полностью. Седельный клапан открывается мембраной, и сжатый воздух может через разгрузочное 4 и вентиляционное отверстия 5 в корпусе вытекать в атмосферу.

Если выходное давление упадет, то силой пружины клапан открывается. Таким образом, поддержание предварительно настроенного значения рабочего давления осуществляется за счет постоянного изменения проходного сечения седельного клапана, что вызывает изменение расхода протекающего через него сжатого воздуха и, как следствие, значения рабочего давления. Настройка выходного давления проводится путем изменения предварительного поджатия пружины с помощью регулировочного винта 6.

С увеличением рабочего давления (давление на выходе регулятора 7) поднимается давление над мембраной 1 клапана, уравновешенной с другой стороны силой пружины 2. Одновременно уменьшается или полностью закрывается проходное поперечное сечение седельного клапана 3. Расход воздуха уменьшается или прерывается полностью. Поток сжатого воздуха может снова появиться, если давление на выходе станет меньше предварительно настроенного значения.

В современных пневмосистемах обычно в сжатый воздух масло не подается. Если подвижные части цилиндров, пневмомоторов и клапанов нуждаются во внешней смазке, то воздух предварительно обогащается маслом и подается только к тем элементам установки, которые нуждаются в смазке. Масло, попадающее в сжатый воздух из компрессора, не пригодно для смазки пневматических устройств.

Цилиндр с теплостойкими уплотнениями не должен работать с воздухом, обогащенным смазкой, так как консистентная смазка, заложенная в теплостойкие уплотнения при сборке, может вымываться маслом из цилиндра.

Если системы, которые эксплуатировались на воздухе, обогащенном смазкой, переводятся на воздух без смазки, то необходимо обновить собственную оригинальную смазку цилиндров, пневмомоторов и клапанов, так как она могла быть вымыта в ходе эксплуатации.

Сжатый воздух должен обогащаться маслом только в тех случаях, если:

- осуществляются процессы движения с большой скоростью,
- устанавливаются цилиндры с большим внутренним диаметром.

В последнем случае маслораспылитель должен размещаться непосредственно перед входом в полости цилиндра.

При избыточной подаче масла могут возникнуть следующие проблемы:

- нарушение работы элементов системы,
- повышенное загрязнение окружающей среды,
- залипание элементов системы после длительного пребывания в покое.

Протекающий через маслораспылитель (рис. 2.6) поток сжатого воздуха сужается в устройстве 1 и давление в нем падает. Падения давления оказывается достаточно, чтобы масло могло подниматься по вертикальной трубке 2 вверх и далее через канал подвода 3 попадать в виде капелек в камеру распыления 4, стенки которой для удобства наблюдения за процессом выполняются прозрачными. Здесь масло распыляется в воздушном потоке и попадает в виде масляного тумана в основной поток воздуха, который транспортирует его в пневматическую систему. Таким образом, подъем масла происходит из-за перепада давления в резервуаре 6 и устройстве 1. При отсутствии потока воздуха шариковый и обратный клапаны 7 закрыты.

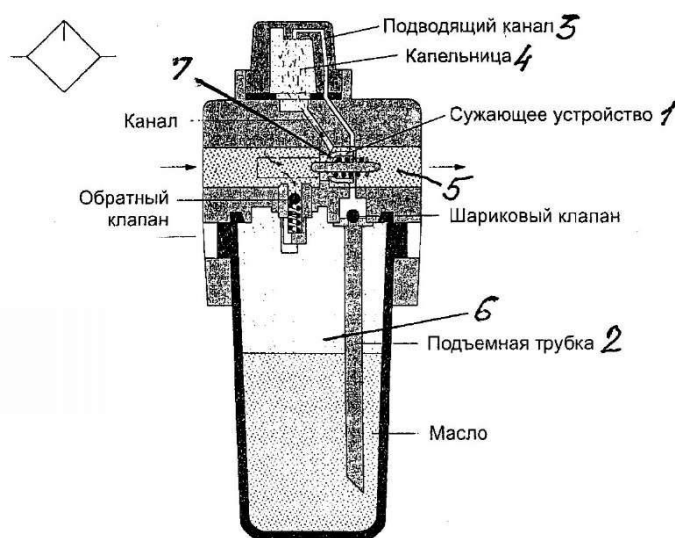


Рис. 2.6. Маслораспылитель

Нормальным считается расход масла из расчета 1...10 капель на 1 м³ сжатого воздуха. Правильная дозировка может проверяться с помощью кусочка белого карто-

на или бумаги, которые располагают на расстоянии примерно 10 см от выхлопного отверстия управляющего распределителя и держат его так в течение некоторого времени работы системы, пока на нем не появится желтоватый налет масла. В зависимости от времени его появления делают вывод о правильности настройки маслораспылителя. Отложение капелек масла на бумаге свидетельствует о необходимости уменьшить его дозировку путем перенастройки маслораспылителя.

Масло, попадающее в сжатый воздух из компрессора, нельзя использовать для смазки исполнительных устройств пневмосистем. При работе компрессора выделяется много тепла, масло обогащается углеродом, а его пары улетучиваются. Это вызывает ускоренный абразивный износ в цилиндрах и распределителях, в результате чего срок их службы значительно сокращается. Кроме того, масло, которое скапливается на внутренних поверхностях трубопроводов, вовлекается в движение потоком воздуха. Это вовлечение в движение скоплений масла не является контролируемым и может повышать загрязнение воздушных трубопроводов. Загрязненный изнутри маслом трубопровод уже не может быть очищен без его демонтажа.

Помимо этого, чрезмерное количество масла в воздухе способствует залипанию элементов пневмосистемы после некоторого времени ее бездействия (например, после выходных и праздничных дней). После включения системы загрязненные маслом элементы могут вначале давать сбой в работе.

Масло, предназначенное для смешения со сжатым воздухом, должно подаваться только в снабжаемую им часть пневмосистемы. Для этого маслораспылитель лучше всего устанавливать непосредственно перед нуждающимися в смазке устройствами. Для управляющей части системы должны выбираться самосмазывающиеся элементы, т.е. элементы, которые способны функционировать без жидкостной смазки.

При обслуживании блоков подготовки воздуха должны регулярно проводиться следующие мероприятия.

- Фильтр сжатого воздуха.

Проверяется уровень конденсата в корпусе фильтра с целью исключения превышения установленного значения. В противном случае конденсат будет увлечен потоком сжатого воздуха в трубопроводы. Для отвода конденсата из корпуса фильтра необходимо открыть дренажный вентиль внизу корпуса. В случае загрязнения фильтрующего элемента, его необходимо очистить или заменить.

- Редукционный клапан.

Не требует постоянного обслуживания, если не предполагается ремонт или замена.

- Маслораспылитель.

В случае установки маслораспылителя необходимо постоянно проверять уровень масла в корпусе и качество распыления его в воздушном потоке (через прозрачный колпачок сверху корпуса). Для смазки элементов пневмосистемы должно применяться только минеральное масло. Пластмассовые корпуса фильтра и маслораспылителя нельзя промывать трихлорэтиленом и подобными растворителями.

Условные обозначения по ЕСКД блока подготовки воздуха показаны на рис. 2.7.

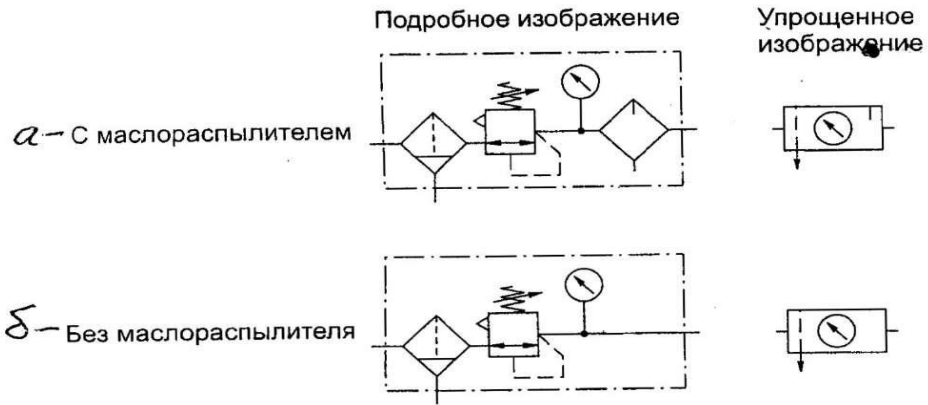


Рис. 2.7. Условное обозначение блока подготовки сжатого воздуха

Упрощенное изображение аппаратов блока подготовки сжатого воздуха приведено на рис. 2.8.

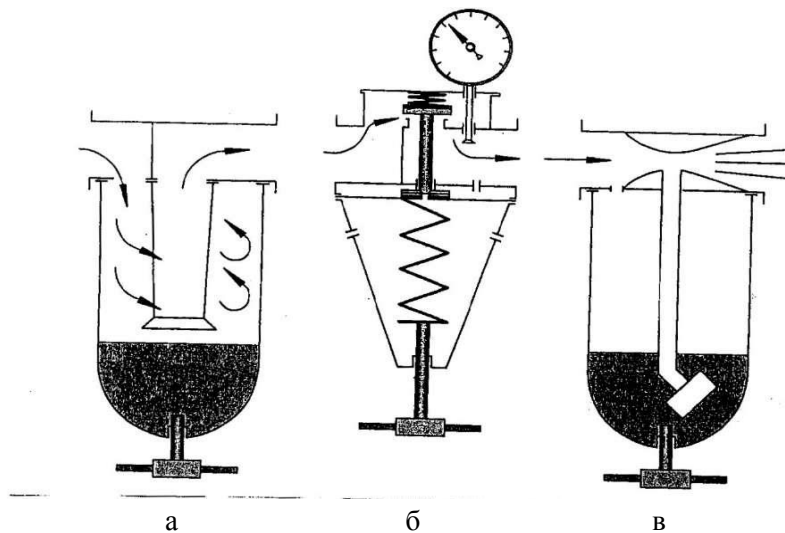


Рис. 2.8. Упрощенное изображение аппаратов блока подготовки сжатого воздуха:
а – фильтр-влагоотделитель; б – регулятор давления (редукционный клапан); в - маслораспылитель

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к системам питания?
2. Каковы функции системы подготовки воздуха?
3. Какие элементы входят в систему и подготовки воздуха?
4. Назначение устройств и требования, предъявляемые к ним?

Лабораторная работа №3
**ЗАПОРНЫЕ КРАНЫ, ДРОССЕЛИ, КЛАПАНЫ,
ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ**

Цель работы: изучить конструкцию, схемное изображение, принцип действия, включение в пневмосистемы и настройку дросселей, клапанов и логических элементов.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить описание данной лабораторной работы, приведенное в инструкции.
2. Привести в отчете по лабораторной работе рисунки дросселей (рис. 3.2, 3.3, 3.4), клапанов (рис. 3.5, 3.9 - 3.15) и логических элементов (рис. 3,6 - 3.8).
3. Дать краткое описание их работы и настройки.

Запорный кран

Запорным краном называется устройство, которое непрерывно открывает или закрывает проток воздуха в обоих направлениях. В качестве запорных кранов широко используются вентили с шаровыми и дисковыми запорными элементами (соответственно рис. 3.1,а и 3.1,б). Эти краны регулируют расход воздуха.

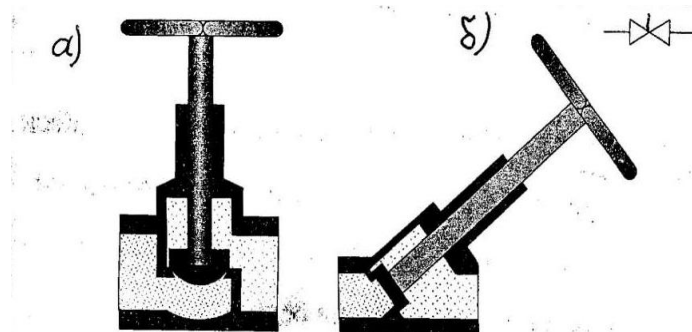


Рис. 3.1. Запорные краны:

а) – с шаровым запорным элементом; б) – с дисковым (тарельчатым) плоским запорным элементом

Дроссели

Они служат для управления расходом сжатого воздуха в обоих направлениях течения потока и создания перепада давления. Регулирование расхода осуществляется винтом 1 (рис. 3.2), с помощью которого изменяется проходное сечение 2. Дроссель применяется для управления скоростью перемещения штоков цилиндров или для регулирования частоты вращения вала пневмодвигателя. Следует обратить внимание на то, что проходное сечение дросселя не должно полностью закрываться. Общие виды регулируемых дросселей показаны на рис. 3.3 и 3.4.

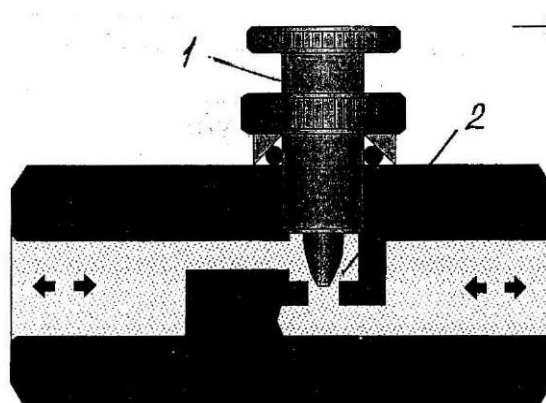


Рис. 3.2. Регулируемый дроссель:
1 – винт; 2 – проходное сечение



Рис. 3.3. Общий вид регулируемых дросселей (с трубным монтажом)

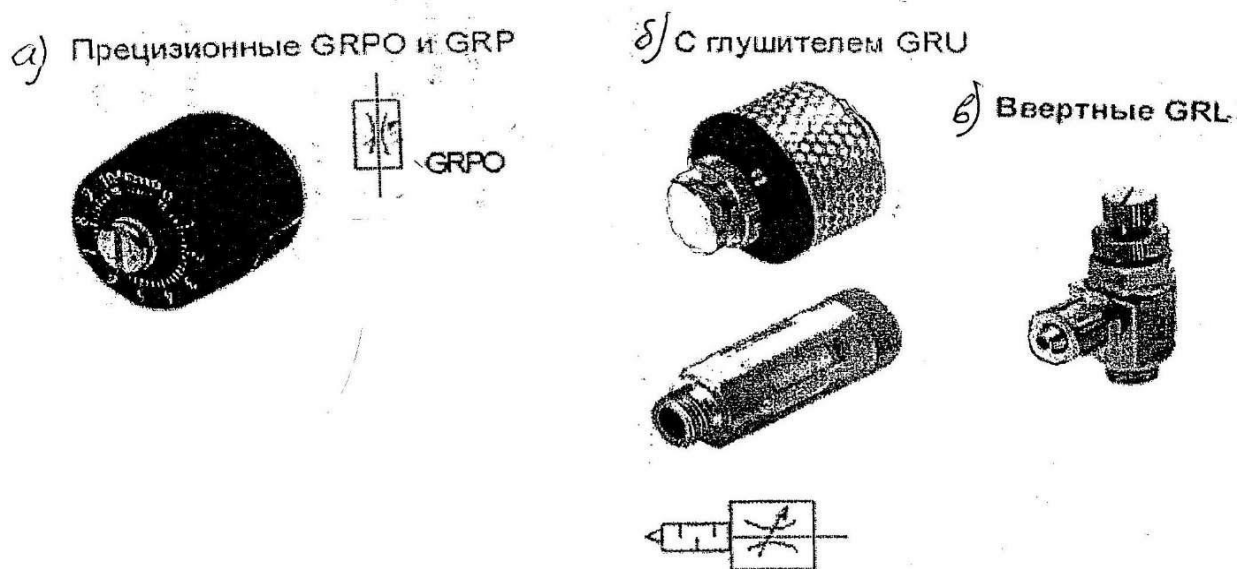


Рис. 3.4. Общий вид регулируемых дросселей:
а) – прецизионный; б) – с глушителем; в) – ввертные

Обратные клапаны

Обратные клапаны - это устройства, позволяющие свободно протекать воздуху в одном направлении и закрывающие проход его в противоположном направлении. Конструкция обратного клапана такова, что давление за запорным элементом клапана действует в сторону, противоположную его рабочему перемещению, что увеличивает герметичность пары "запорный элемент-седло".

Собственно обратные клапаны полностью перекрывают поток воздуха в одном из направлений. В противоположном направлении воздух протекает с минимальной потерей давления, то есть сопротивление клапана в этом направлении минимально. В качестве подвижного запорного элемента могут применяться шарики, мембраны, конические или плоские (тарельчатые, дисковые) запорные элементы.

На рис. 3.5 показан обратный клапан с плоским тарельчатым запорным элементом. Обратные клапаны используются в качестве базовых элементов в других типах клапанов, которые описаны ниже.

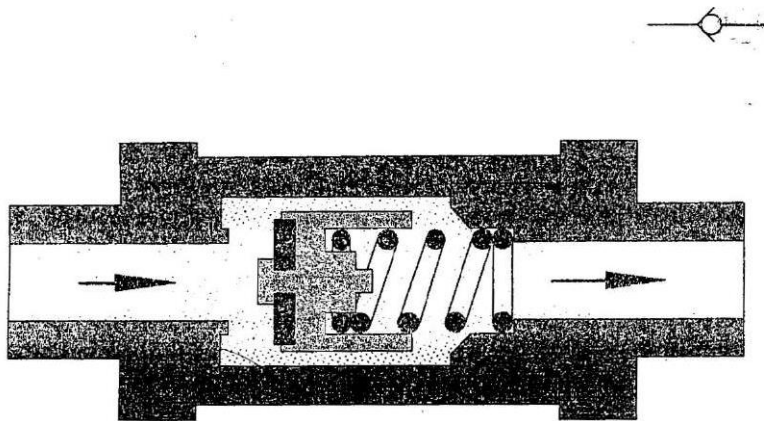


Рис. 3.5. Обратный клапан

Логические клапаны

К таким клапанам относятся логические элементы «И» и «ИЛИ».

Логический элемент «ИЛИ» может реализовывать «ИЛИ» - функцию двух входных сигналов. «ИЛИ» - элемент имеет два входа и один выход. Выходной сигнал А появляется тогда, когда имеется давление хотя бы на одном входе X или Y (рис. 3.6). Принцип действия элемента «ИЛИ» показан на рис. 3.7.

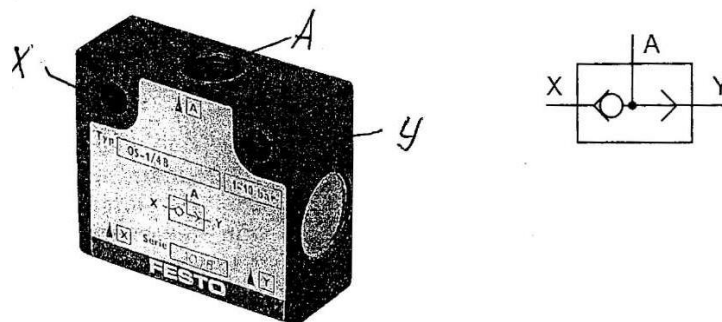


Рис. 3.6. Логический элемент «ИЛИ»

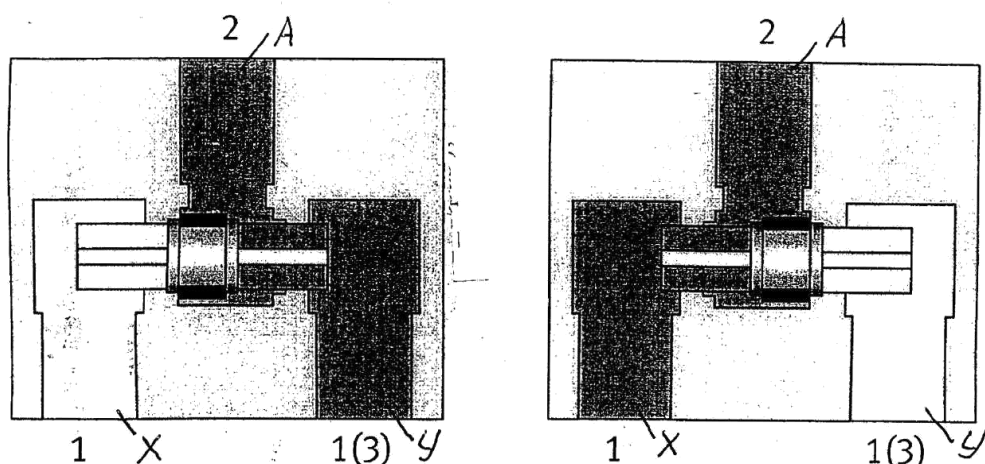


Рис. 3.7. Работа элемента «ИЛИ»

Логический элемент «И» имеет два входа X и Y, а также выход A. Если сигналы появляются на обоих входах X и Y (рис. 3.8,а) клапана, то на выходе A будет сигнал. При подаче только одного сигнала, например, на вход X, то на выходе A сигнала не будет, так как входной сигнал блокируется закрытием клапана К (рис. 3.8,б).

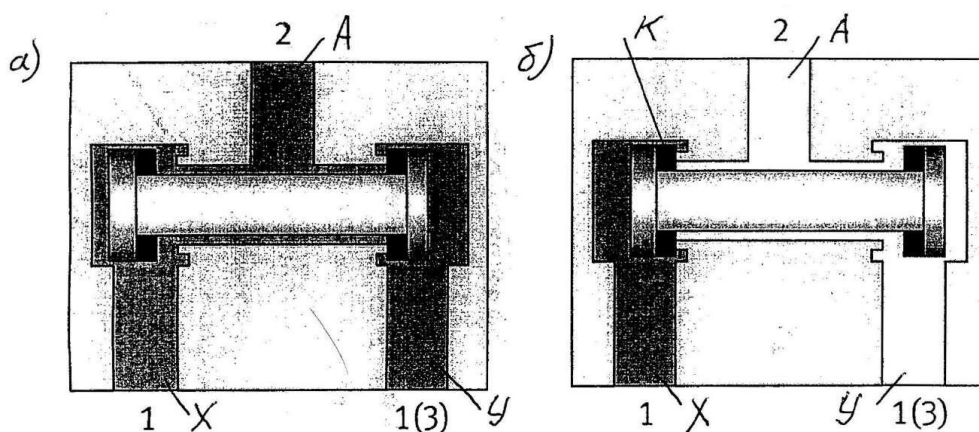


Рис. 3.8. Работа элемента «И»

Клапан быстрого выхлопа

Клапан быстрого выхлопа используется для увеличения скорости перемещения поршня цилиндра при прямом или обратном ходе. Это сокращает время обратного хода цилиндра, что особенно важно для цилиндров одностороннего действия. За счет снижения сопротивления пневмолинии, в которой установлен клапан быстрого выхлопа, поршень цилиндра может двигаться практически с максимальной скоростью. При этом воздух сбрасывается в атмосферу через относительно большое выхлопное отверстие. Клапан имеет поочередно перекрываемые канал давления 1(P) и атмосферный канал 3(R), а также выходной канал 2(A), что показано на рис. 3.9.

Если давление подается на вход 1(P), как показано на рис. 3.9,а, то подвижный запорный элемент закрывает выхлопной канал 3(R). Сжатый воздух протекает от 1(P) к 2(A). Если давление в канале 1(P) снято (рис. 3.9,б), то воздух, поступающий из канала 2(A), перемещает подвижной запорный элемент в сторону канала 1(P) и закрывает его. Удаляемый воздух может по кратчайшему пути свободно выходить в атмосферу. Линия сброса воздуха в атмосферу не должна иметь длинных или узких каналов. Целесообразно клапан быстрого выхлопа устанавливать в непосредственной близости от цилиндра.

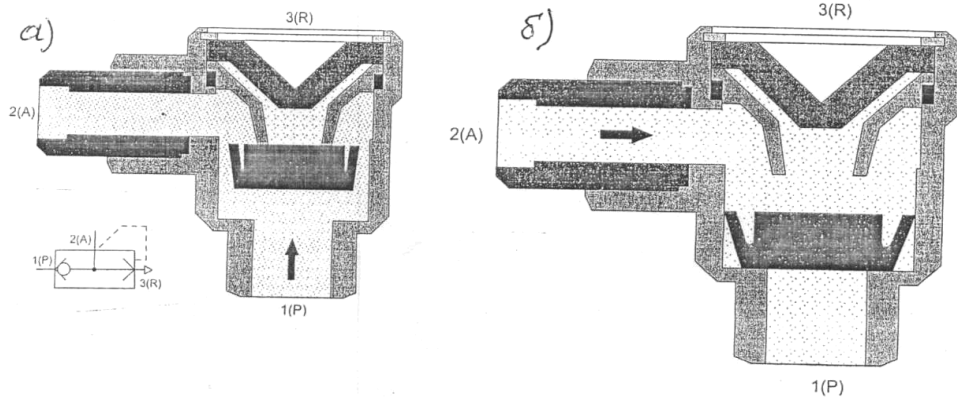


Рис. 3.9. Клапан быстрого выхлопа

Дроссель с обратным клапаном

Дроссель с обратным клапаном (рис. 3.10) осуществляет дросселирование воздуха только в одном направлении. Обратный клапан 1 закрывает проток воздуха в этом направлении и воздух может протекать лишь через регулируемое поперечное сечение 2 дросселя. В обратном направлении воздух имеет свободный проход через открывающийся обратный клапан. Дроссели с обратным клапаном применяются для регулирования скорости поршней пневматических цилиндров. Они должны устанавливаться в непосредственной близости от цилиндров. Регулирование проходного сечения дросселя 2 осуществляется винтом 3.

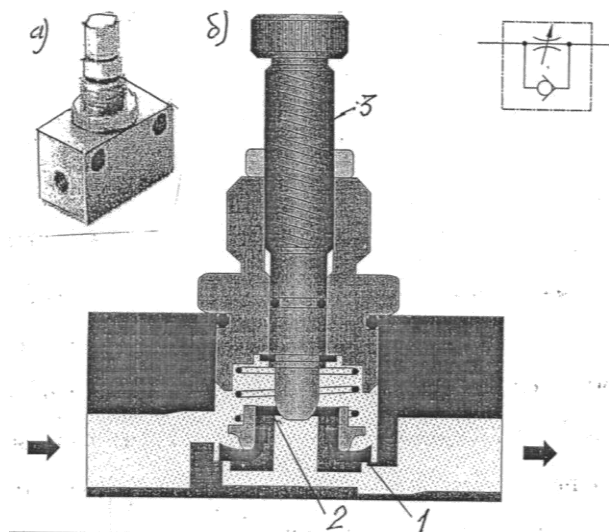


Рис. 3.10. Дроссель с обратным клапаном:
а – общий вид; б - разрез

Механически регулируемые дроссели с обратным клапаном

Применяя механически регулируемые дроссели с обратным клапаном, можно изменять скорость поршня цилиндра по ходу его движения. Регулируемым винтом настраивается основная скорость, а с помощью кулачка 2, который воздействует на роликовый рычаг 3 механически регулируемого дросселя 4 с обратным клапаном 5, изменяется поперечное сечение дросселя по ходу штока (рис. 3.11).

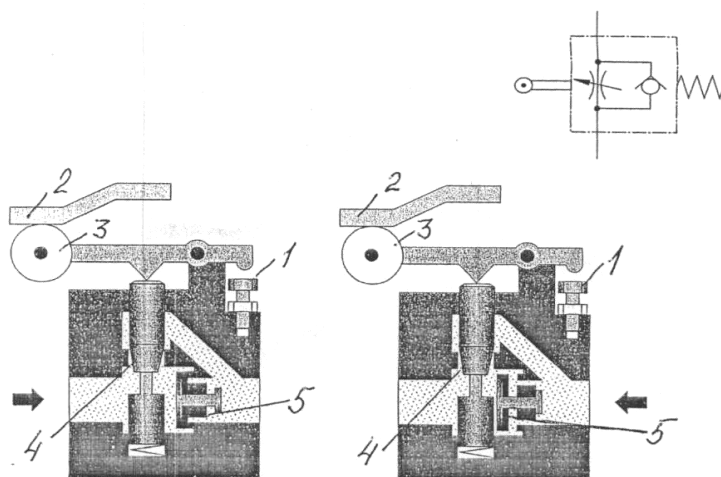


Рис. 3.11. Механически регулируемый дроссель с обратным клапаном

Клапан последовательности

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

Сигнал управления клапаном (рис. 3.12) подводится в отверстие 12(Z). Если этот сигнал давления достигнет заданного значения, регулируемого винтом 1, то есть когда давление в полости 2 вызовет силу давления на диафрагме 3 большую, чем усилие пружины 5, то поршень 6 через стержень 4 сожмет пружину 5 и поднимется вверх, толкатель 7 которого откроет клапан 8. Поэтому сжатый воздух, подведенный из напорной линии к отверстию 1(P), поступит через канал 9, клапан 8 в полость 10. Возникнет сила давления на диафрагме 11, жесткий центр 12 которой переместится влево и откроет клапан 13. Сжатый воздух поступит из напорной линии (отверстие 1(P) в выходной канал 2(A), который до этого соединялся с каналом 3(R), сообщающимся с атмосферой. Таким образом на выходе 2(A) клапана последовательности будет сжатый воздух только по достижению давления на входе 12(Z) заданной величины.

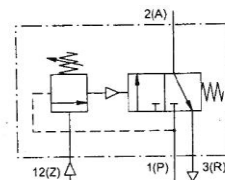
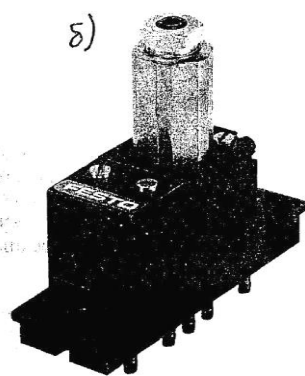
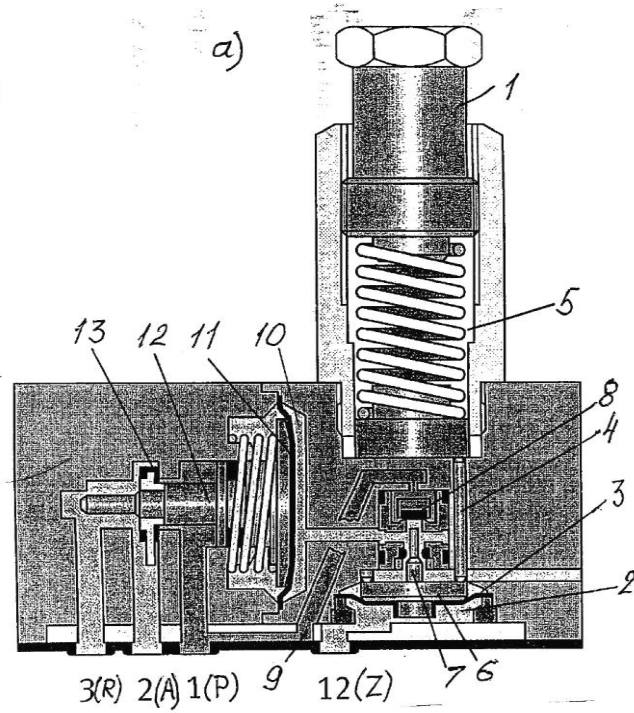


Рис. 3.12. Клапан последовательности:
а – разрез; б – общий вид

Клапан выдержки времени

Клапан выдержки времени (рис. 3.13) состоит из 3/2-распределителя 1, дросселя 2 с обратным клапаном 3 и небольшой пневмоемкости 4. 3/2-распределитель может быть нормально открытым или нормально закрытым. Обычно выпускаются клапаны выдержки времени в обоих вариантах исполнения с диапазоном выдержки времени 0...30 секунд. Этот диапазон может быть значительно расширен при подключении дополнительных пневмоемкостей. Точность выдержки времени зависит от степени чистоты воздуха и постоянства давления. На рис. 3.14 приведен нормально закрытый клапан, в котором в нейтральном положении нагнетательный канал 1(P) не сообщается с выходным 2(A).

Принцип действия клапана выдержки времени рассматривается на примере клапана с нормально закрытым 3/2-распределителем 1. Сжатый воздух подводится к клапану по каналу 1(P). Пневматический сигнал управления подается на вход 12(Z) и через регулируемый дроссель 2 начинает заполнять емкость 4. Настройка дросселя 2 винтом 5 влияет на величину расхода воздуха, а значит, и на время, за которое в емкости повысится давление. После достижения в емкости 4 заданного значения давления запорный орган (поршень 6 с полым штоком и клапан 7) 3/2-распределителя 1 перемещается вниз. При этом блокируется проход от выхода 2(A) к выхлопному отверстию 3(R), а затем открывается проход от канала питания 1(P) к выходу 2(A). Время, необходимое для наполнения пневмоемкости сжатым воздухом до заданного значения давления, и является временем настройки данного устройства.

Чтобы переключить клапан выдержки времени в исходное положение, необходимо снять сигнал со входа 12(Z). Воздух из емкости 4 через обратный клапан 3 быстро вытечет в атмосферу, и 3/2-распределитель под действием пружины 8 вернется в исходное положение, блокируя канал питания 1(P) и соединяя выход 2(A) с выхлопом 3(R).

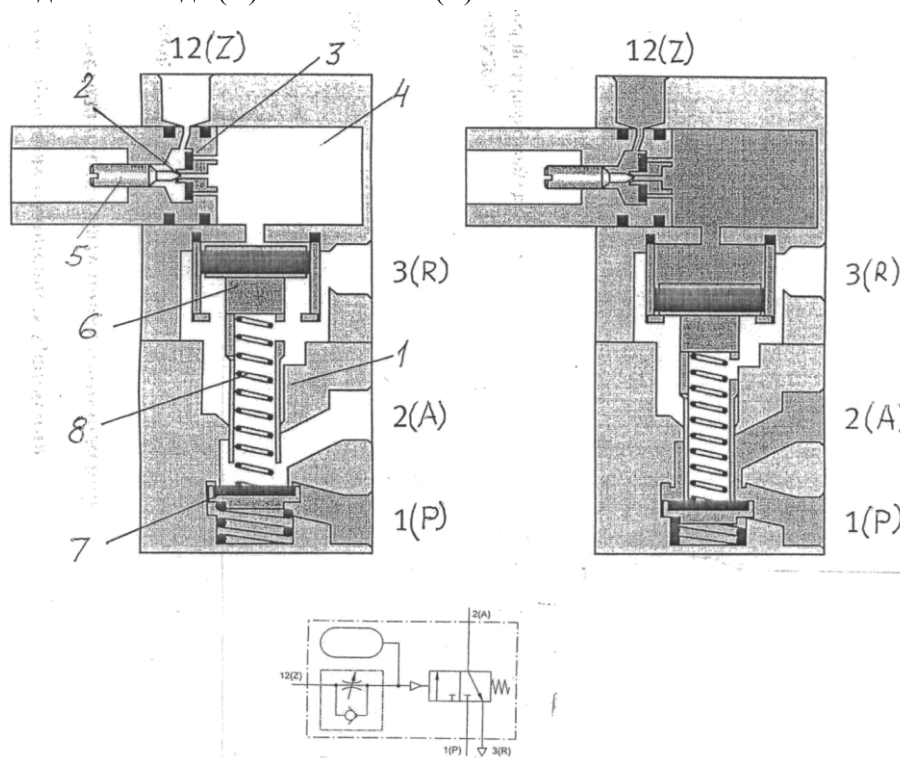


Рис.3.13. Клапан выдержки времени (нормально закрытый)

Клапан выдержки времени (нормально открытый) приведен на рис. 3.14.

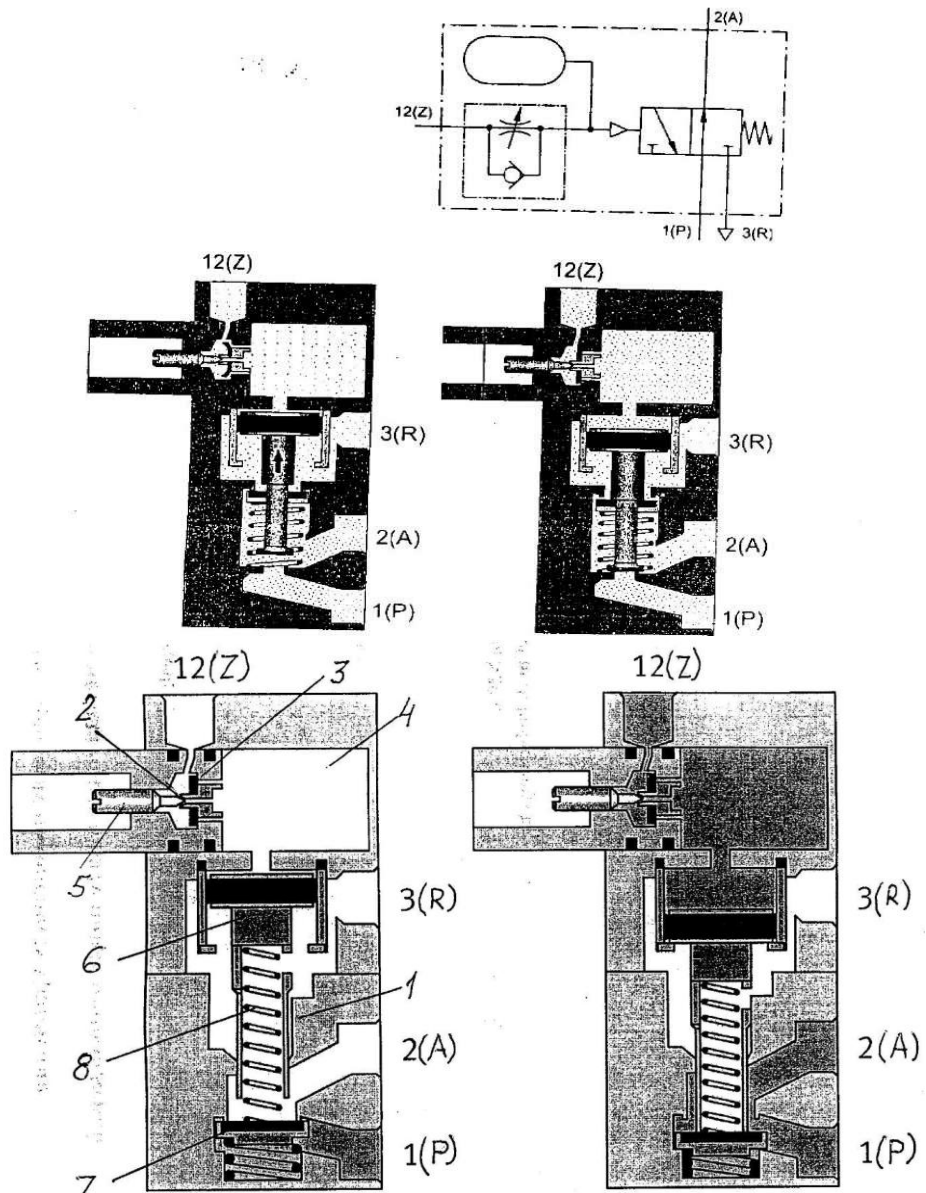


Рис. 3.14. Клапан выдержки времени (нормально открытый)

Общий вид клапана выдержки времени представлен на рис. 3.15.

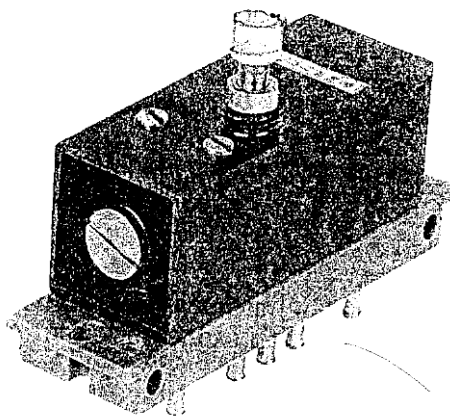


Рис. 3.15. Общий вид клапана выдержки времени

Контрольные вопросы

1. Что такое запорный клапан?
2. Что такое дроссель?
3. Для чего предназначен обратный клапан?
4. Что относится к логическим клапанам?
5. Для чего используется клапан быстрого выхлопа?
6. Назначение и принцип действия клапана последовательности?
7. Назначение и принцип действия клапана выдержки времени?

Лабораторная работа №4 **ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛИ**

Цель работы: изучить конструкции и принципа действия различных пневмораспределителей.

Порядок выполнения лабораторной работы

- 1) Изучить схемы и конструкции пневмораспределителей, приведенных в описании лабораторной работы (указанных преподавателем).
- 2) Привести в отчете по лабораторной работе обозначения по ЕСКД и конструктивные эскизные схемы распределителей, указанных преподавателем.
- 3) Кратко описать работу распределителей.

Распределители - это устройства, предназначенные для пуска, останова и изменения направления движения потока сжатого воздуха. Условное обозначение распределителя дает информацию о числе линий (каналов) для прохода воздуха, числе позиций переключения и виде управления. Это изображение, однако, не дает представление о конструкции распределителя, а указывает только на его функциональные возможности.

За позицию покоя принимается позиция переключения распределителя с самодействующим возвратным устройством, например пружиной, которую занимают подвижные части распределителя, если он не находится под воздействием сигнала управления. Исходной позицией называется позиция переключения, которую принимают подвижные части распределителя после его монтажа на установке и включения источников энергии (питания сжатым воздухом и (или) электрическим током) и с которой начинается выполнение предусмотренной программы (последовательности) переключений.

Конструкция распределителя оказывает существенное влияние на такие его характеристики, как срок службы, время переключения, усилие переключения, способ управления, виды присоединения к трубопроводам и размеры.

По конструктивному исполнению запорного элемента различают распределители:

- клапанного (седельного) типа:
- шариковые,
- тарельчатые (плоские);
- золотникового типа:
- с цилиндрическим золотником,
- с плоским золотником,
- с торцевым золотником.

В этих распределителях каналы прохода сжатого воздуха открываются и закрываются посредством шариковых, тарельчатых, дисковых или конических запорных элементов, которые взаимодействуют с седлами соответствующей формы. Уплотнение по площади контакта запорного элемента с седлом обычно достигается за счет применения эластичных материалов в месте контакта. В клапанных (седельных) распределителях почти нет деталей, подверженных износу (отсутствуют

пары трения), поэтому они имеют большой срок службы. Кроме того, они также нечувствительны к загрязнению и могут работать в неблагоприятных условиях. Однако для переключения таких распределителей необходимо значительное усилие, чтобы преодолеть действие возвратной пружины или возвратного давления.

В золотниковых распределителях отдельные каналы соединяются или разъединяются посредством цилиндрических, плоских или торцевых золотников.

2/2-распределитель имеет две линии подвода/отвода воздуха (первая цифра 2) и две позиции переключения (вторая цифра 2). В основном он используется как отсечной (запорный) распределитель, так как реализует только функцию перекрытия или открытия прохода воздуха через себя, не имея возможности в закрытом положении отводить воздух в атмосферу.

Такой распределитель (клапанный с электрическим управлением) показан на рис. 4.1. Когда электромагнит Э обесточен сердечник С его (цилиндрический) под действием пружины П1 перемещен в нижнее крайнее положение. Поэтому клапан К садится на седло клапана СК и прижимается к нему пружиной П2. Сжатый воздух, подведенный к распределителю В1(Р) не поступает на его выход (2А), что показано на рис. 4.1,а. Когда подается ток в электромагнит Э, то сердечник С и клапан К поднимаются, пружина П1 сжимается, вход 1Р и выход 2А сообщаются (рис. 4.1,б).

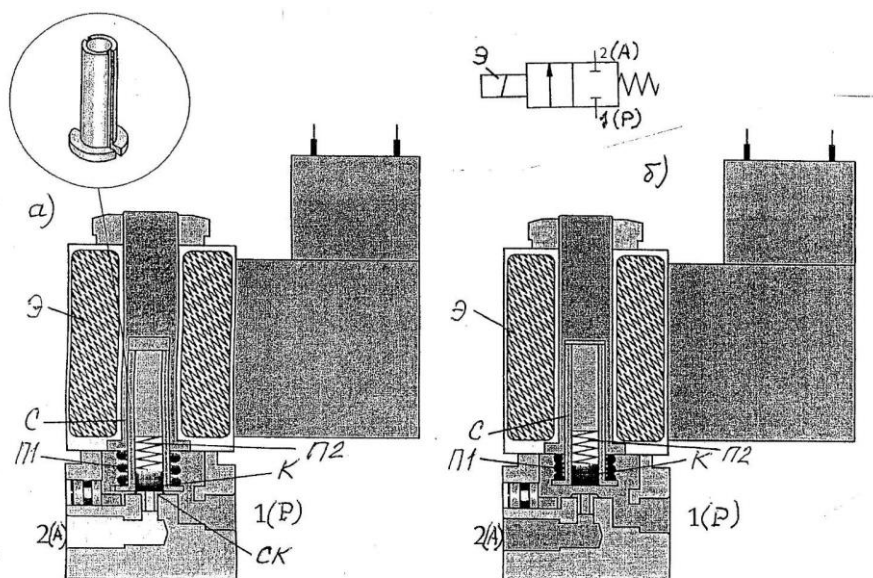


Рис. 4.1. Клапанный распределитель с электрическим управлением и пружинным возвратом

С помощью 3/2-распределителя (рис. 4.2) можно включать и выключать поток воздуха 1(Р), 2(А) и 3(Р). 3/2-распределитель имеет три линии подвода/отвода воздуха и две позиции переключения. Дополнительный, по сравнению с 2/2-распределителем, выхлопной канал 3(Р) позволяет отключать сигнал на выходе распределителя, соединяя его с атмосферой. В нормально закрытом распределителе в исходной позиции шариковый клапан К под воздействием пружины П1 перекрывает проток воздуха из линии питания 1(Р) к выходному каналу 2(А). Канал 2(А) соединяется через отверстие в толкателе и канал 3(Р) с атмосферой (рис. 4.2,а).

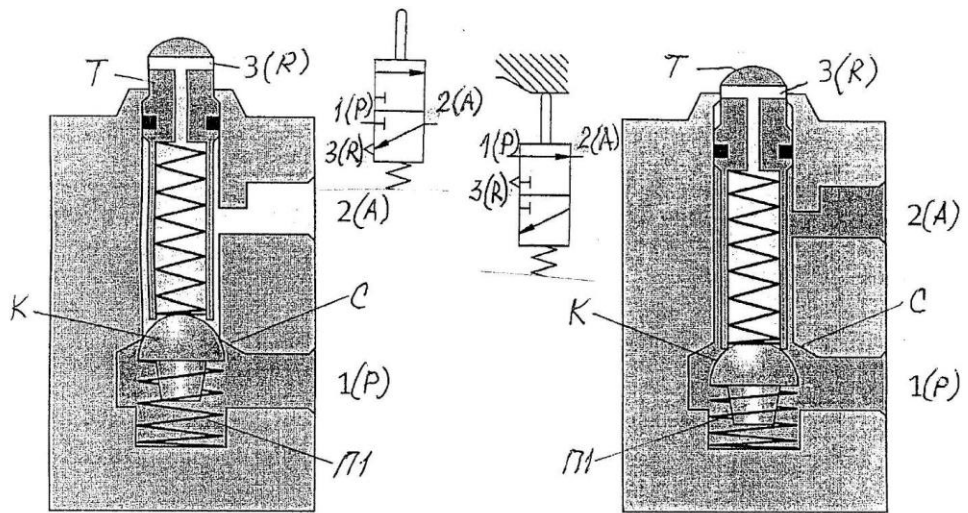


Рис. 4.2. Распределитель 3/2, нормально закрытый, с шаровым запорным элементом

Под действием внешней силы толкатель Т нажимает на шарик клапана К, преодолевая силу возвратной пружины и противодействующее давление сжатого воздуха в канале 1(Р).

В состоянии включения канал 2(А) отсекается от выхлопного канала 3(Р), сжимается возвратная пружина и шарик отходит от седла С, открывая проток воздуха от канала питания 1(Р) к каналу 2(А), и на выходе распределителя появляется пневматический сигнал. Если устранить воздействие на толкатель Т, распределитель вернется в исходное положение. В данном случае распределитель имеет ручное или механическое управление.

На рис. 4.3 и 4.4 приведены распределители 3/2 с тарельчатым плоским клапаном.

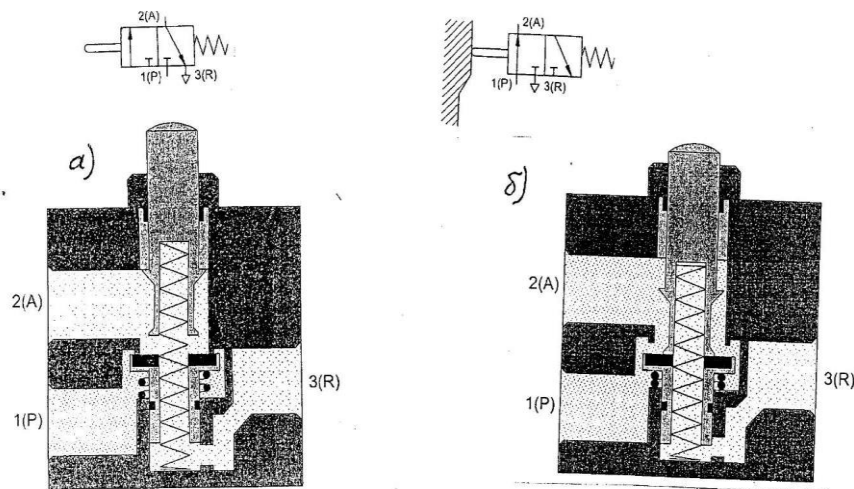


Рис. 4.3. Распределитель 3/2 с тарельчатым клапаном:
а) нормально закрытый (позиция «Выключено»); б) нормально закрытый (позиция «Включено»)

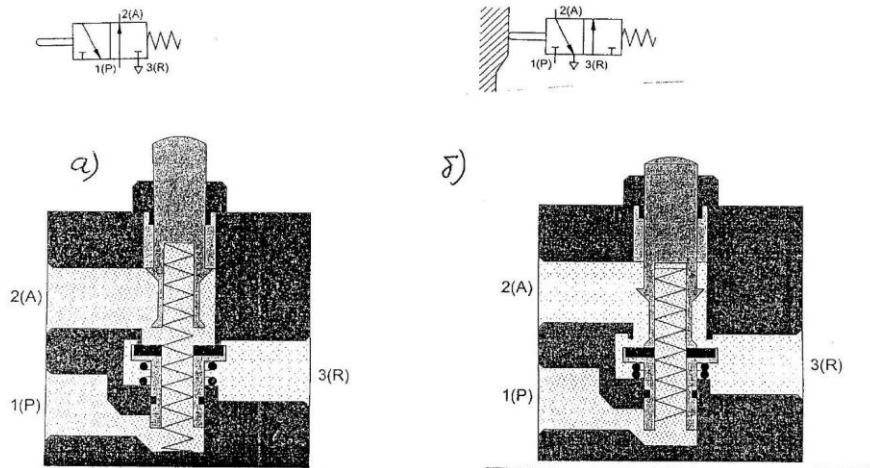


Рис. 4.4. Распределитель 3/2 с тарельчатым клапаном:
 а) нормально открытый (позиция «Включено»); б) нормально открытый (позиция «Выключено»)

На рис. 4.5 показан распределитель 3/2 с клапанным тарельчатым запорным элементом и возвратной пружиной.

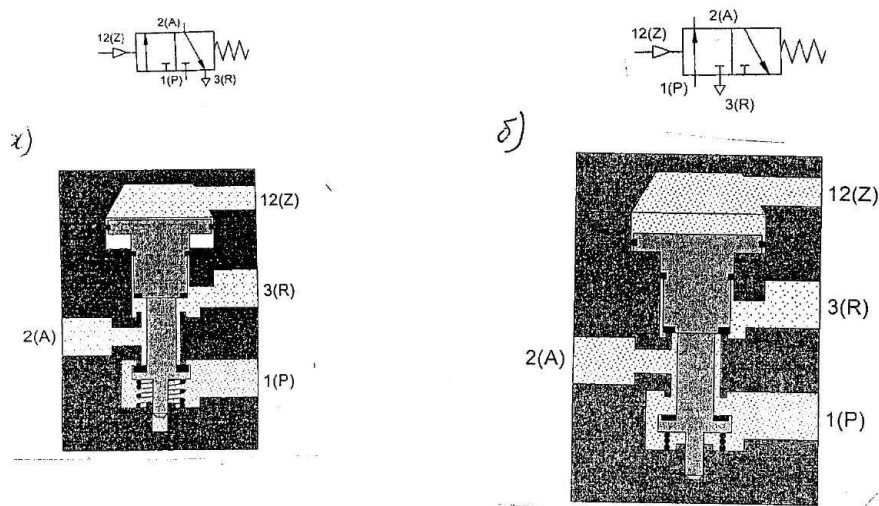


Рис. 4.5. Распределитель 3/2 с клапанным запорным элементом, пневматическим управлением и возвратной пружиной:
 а) - позиция «Выключено»; б) - позиция «Включено»

На рис. 4.6 приведен распределитель 3/2 с непрямым управлением от рычага с роликом. В нейтральном положении вспомогательный клапан К1 закрыт, поэтому сжатый воздух из напорной линии 1(P) не подводится в мембранную полость, мембрана М и её толкатель с клапаном К2 находится в верхнем положении, отверстие О открыто. Клапан К3 закрыт.

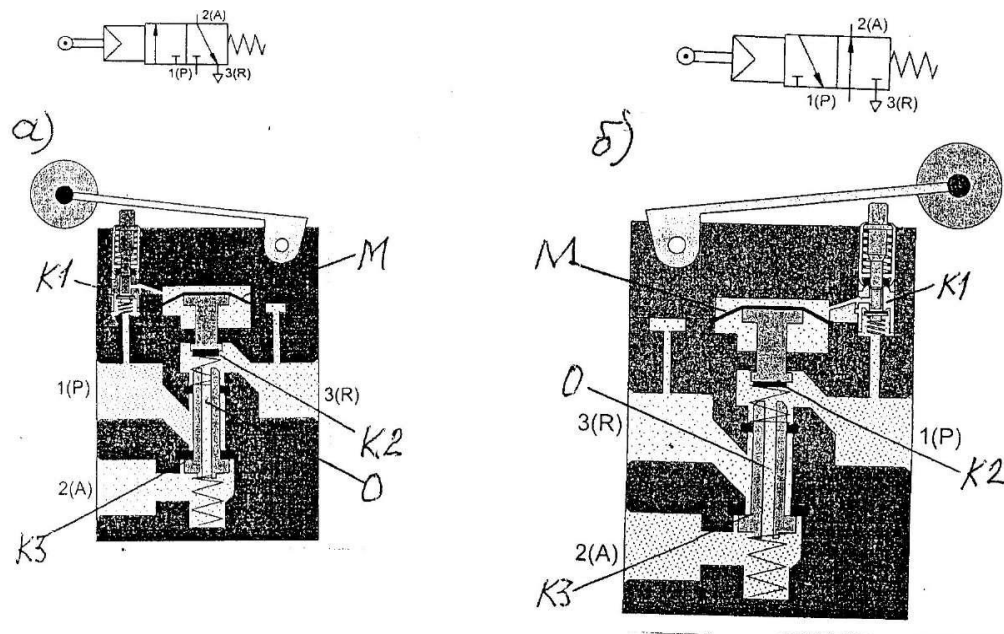


Рис. 4.6. Распределитель 3/2 с непрямым управлением от рычага с роликом:
 а) – нормально закрытый; б) - нормально открытый

На рис. 4.6,а напорная линия 1(P) распределителя перекрыта, а линия 2(A), соединённая например с рабочей камерой пневмоцилиндра, будет сообщаться через отверстие О с атмосферой 3 (R). В этом случае распределитель нормально закрыт. Если же через ролик и рычаг поступит усилие к толкателю клапана К1, то он откроется и через него сжатый воздух поступит в мембранную полость. Мембрана М и клапан К2 переместится вниз, клапан К2 запрет атмосферное отверстие О. Затем откроется клапан К3 и сжатый воздух поступит из линии 1(P) в линию 2(A).

Принцип действия распределителя (рис. 4.6, б) аналогично. В нем только вначале сообщаются между собой линии 1(P) и 2(A), а после нажатия на рычаг и открытия вспомогательного клапана К1 пойдет переключение и линия 1(P) закроется, а линия 2(A) будет сообщаться с 3(R).

На рис. 4.7 показан общий вид и некоторые технические характеристики распределителей с ниппельными штуцерами.

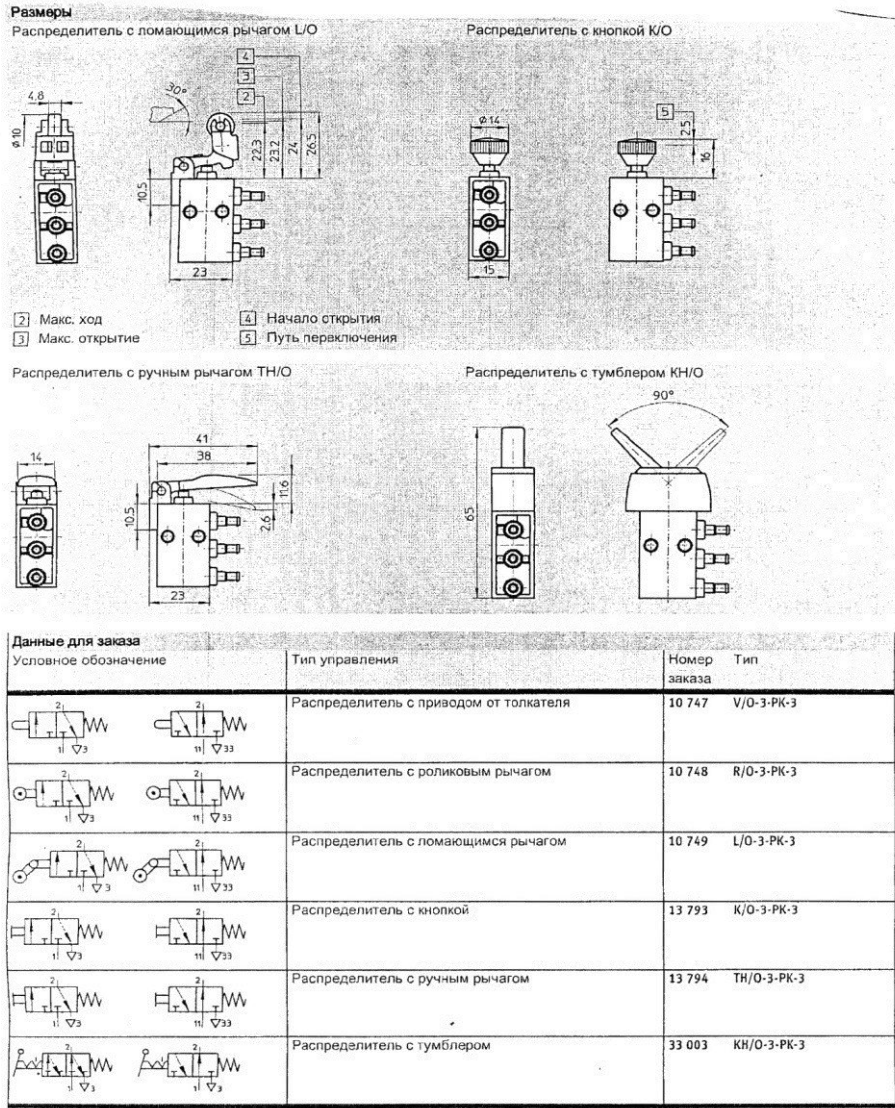


Рис. 4.7. Распределители с ниппельными штуцерами

На рис. 4.8 показана схема и принцип действия клапанного распределителя 4/2.

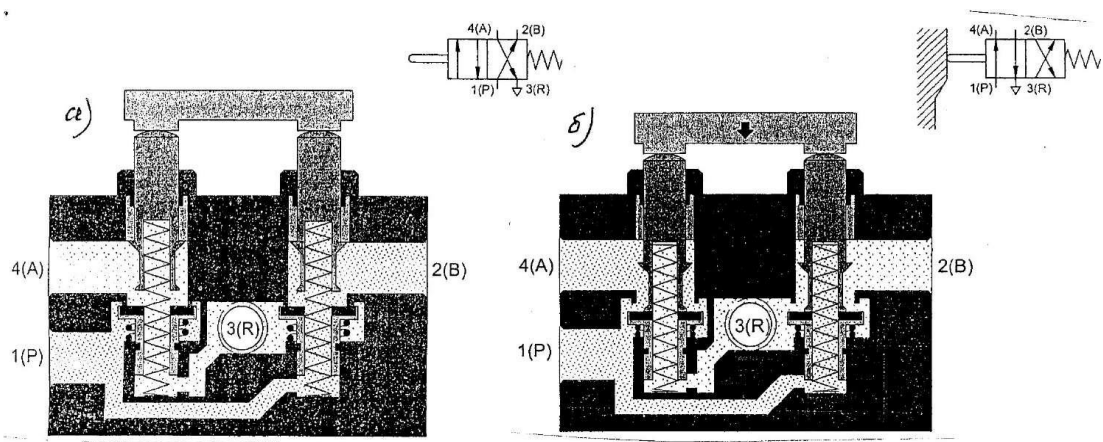


Рис. 4.8. Распределитель 4/2 с тарельчатым запорным элементом:
а) - позиция «4 (А) выключено» и «2 (В) включено»; б) - позиция «4 (А) включено»
и «2 (В) выключено»

На рис. 4.9 показан распределитель 4/2 с двухсторонним пневматическим управлением и плоским золотником ПЗ.

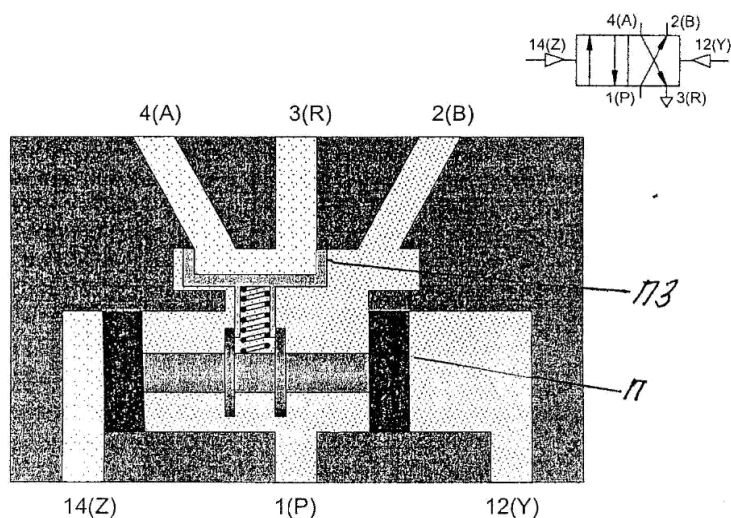


Рис. 4.9. Распределитель 4/2 с двухсторонним пневматическим управлением и плоским золотником (с функций памяти)

В распределителях с плоским золотником коммутация каналов подвода/отвода воздуха осуществляется на плоской поверхности с помощью скользящего по ней запорного элемента ПЗ. Запорный элемент ПЗ приводится в движение управляющим поршнем П, жестко соединённым с ним.

Рассматриваемый распределитель имеет прямое двустороннее пневматическое управление через каналы 14(Z) и 12(Y). При снятии давления управления управляющий поршень вместе с запорным элементом остается в занятой им позиции до тех пор, пока новый сигнал управления не поступит с противоположного канала управления, то есть этот распределитель «С памятью». На рис. 4.10 и 4.11 показаны распределители с ручным управлением.

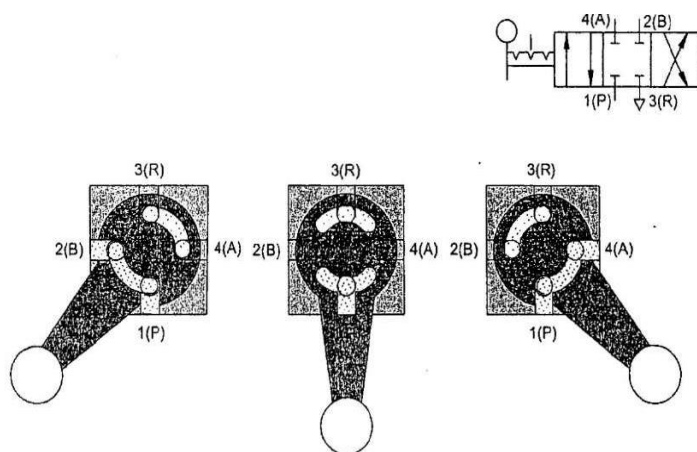


Рис. 4.10. Распределитель 4/3 с ручным управлением, в нейтральном положении закрыт

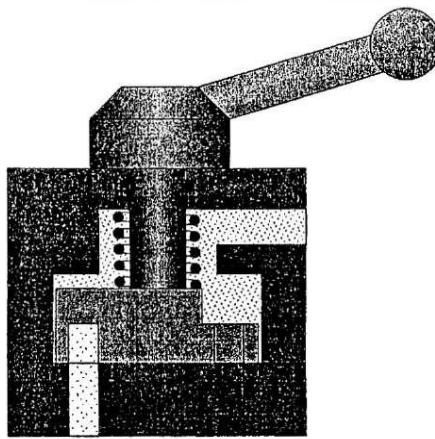


Рис. 4.11. Распределитель 4/3 с ручным управлением, поперечное сечение

На рис. 4.12 и 4.13 приведены распределители 5/2 с двухсторонним пневмоуправлением и цилиндрическим золотником (с функцией памяти).

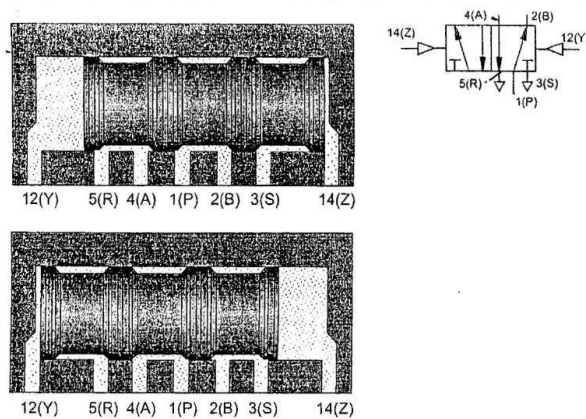


Рис. 4.12. Распределитель 5/2 с двухсторонним пневматическим управлением и цилиндрическим золотником (с функций памяти)

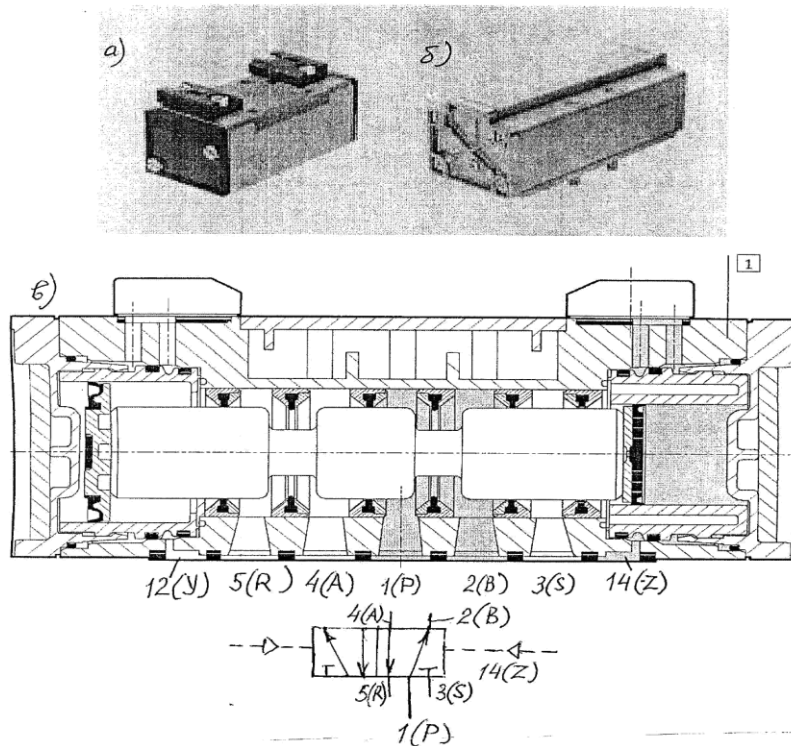


Рис. 4.13. Распределитель 5/2 с двусторонним пневматическим управлением и цилиндрическим золотником (с функций памяти):
а) и б) – общий вид; г) – продольное сечение

На рис. 4.14 показан распределитель 5/2 с двухсторонним пневмоуправлением (функцией памяти).

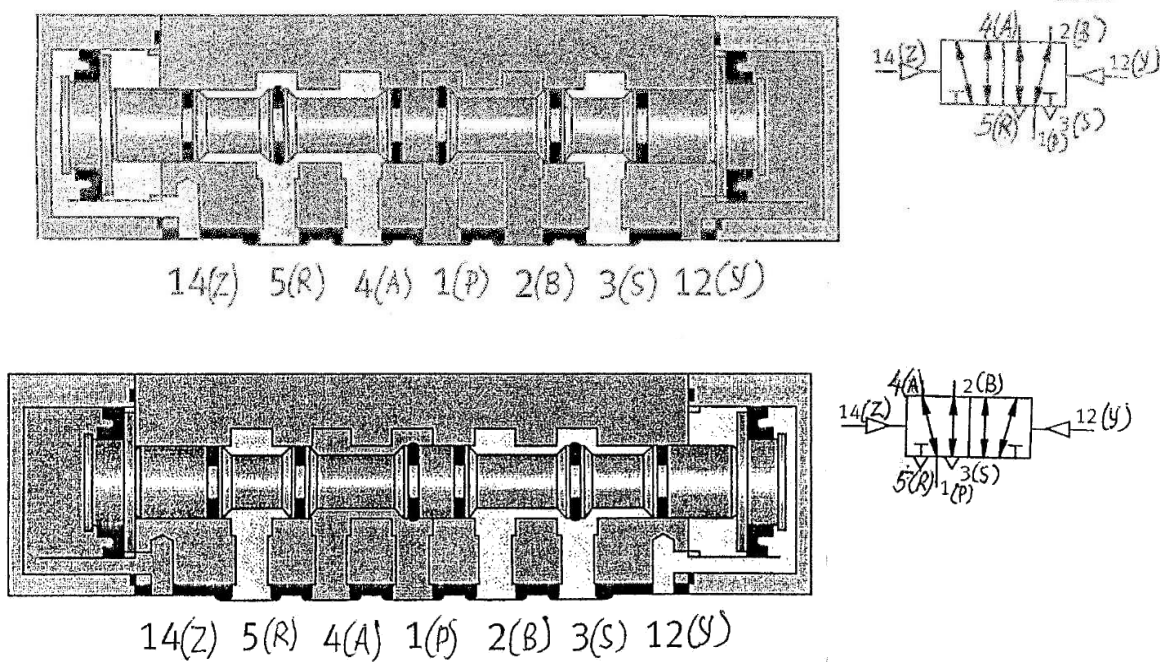


Рис. 4.14. Распределитель 5/2 с двухсторонним пневмоуправлением (с функций памяти)

На рис. 4.15 показан распределитель 5/3 с двухсторонним пневмоуправлением (без функции памяти).

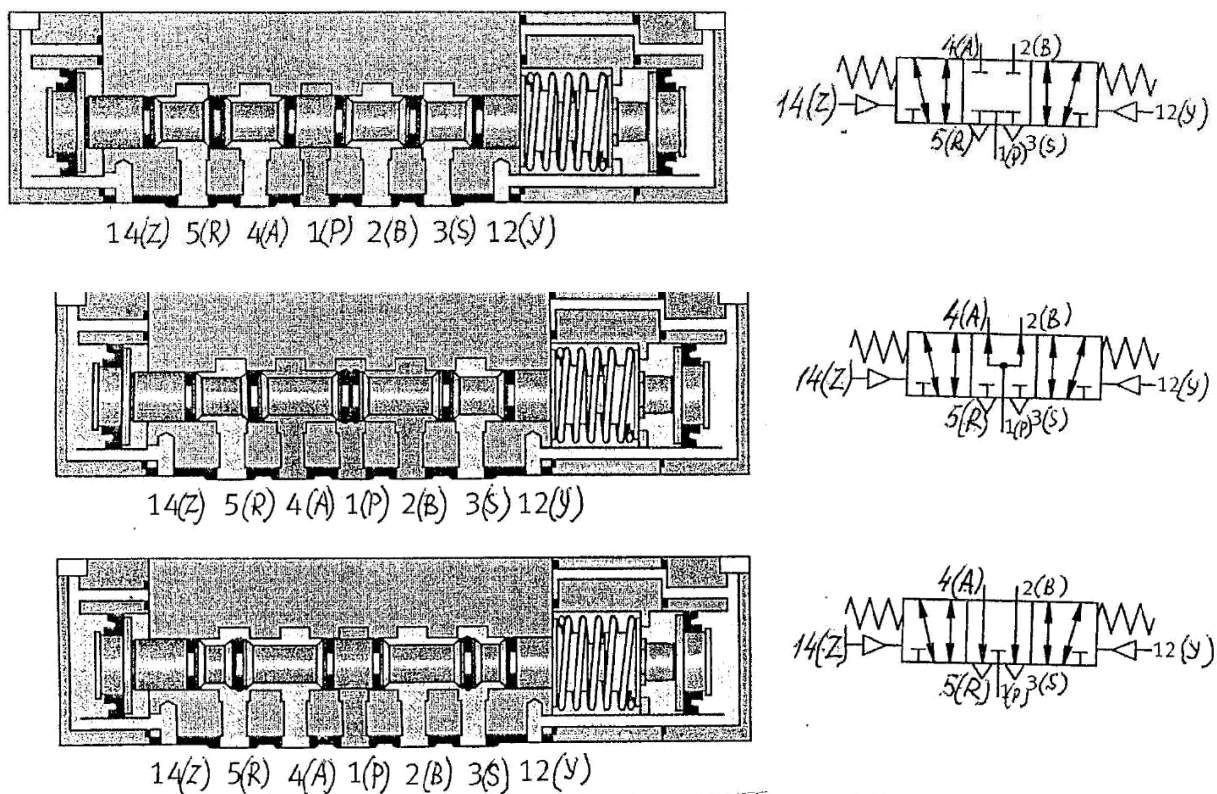


Рис. 4.15. Распределитель 5/3 с двухсторонним пневмоуправлением (без функции памяти)

На рис. 4.16 и 4.17 приведены двухкаскадные распределители соответственно 5/2 и 5/3 с двухсторонним управлением.

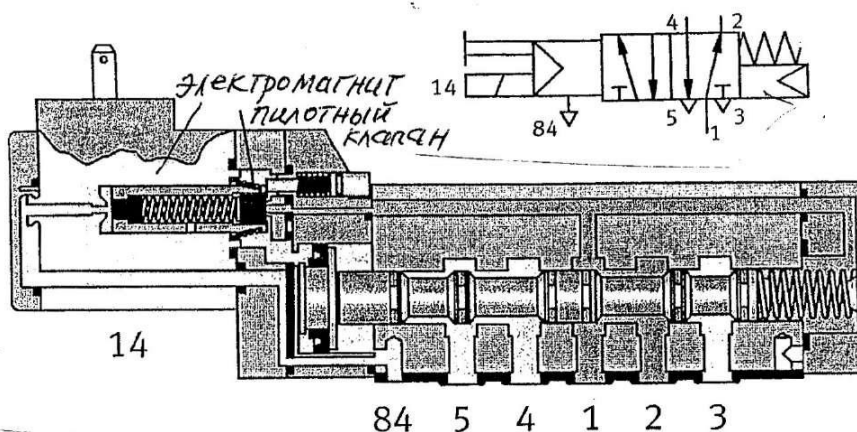


Рис. 4.16. Распределитель 5/2 с двухсторонним пневмоуправлением, односторонним пилотным электроуправлением и с ручным управлением

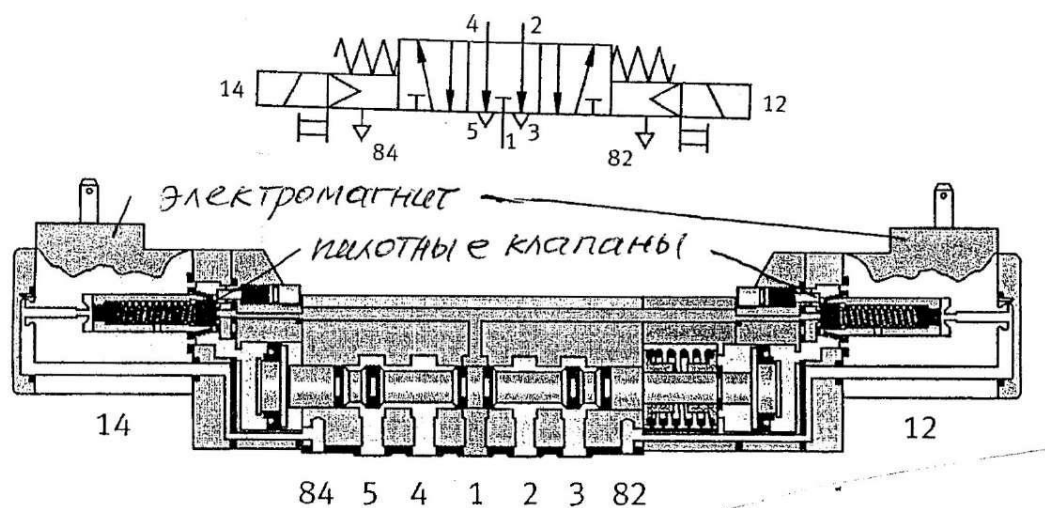


Рис. 4.17. Распределитель 5/3 с двухсторонним пневмоуправлением, односторонним пилотным электроуправлением и ручным управлением

На рис. 4.18 приведен двухкаскадный распределитель 3/2 с односторонним управлением, а на рис. 4.19 показан принцип работы электропневматического (пилотного) клапана управления пневмораспределителя второго каскада.

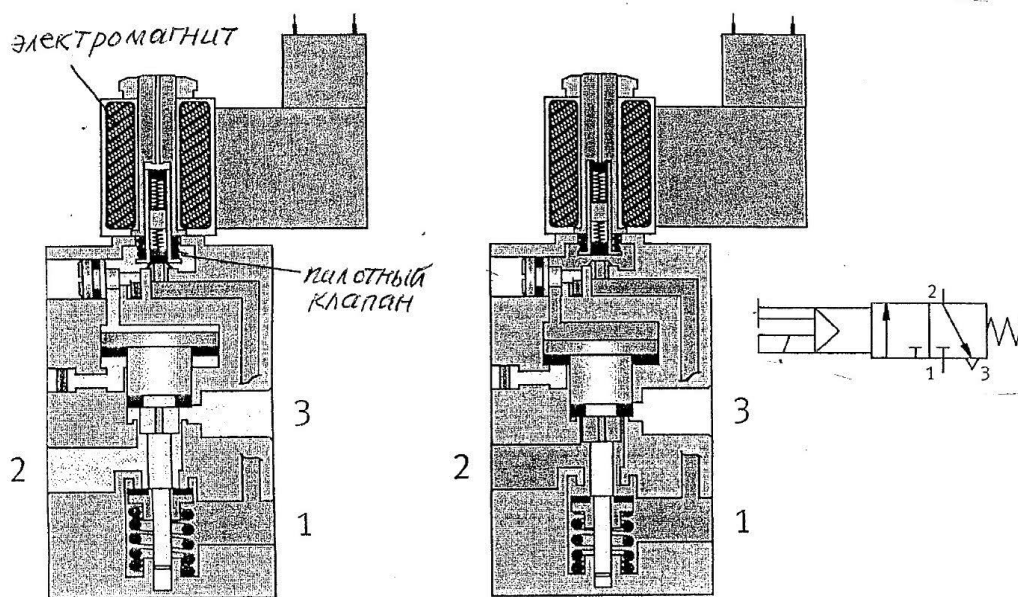


Рис. 4.18. Распределитель 3/2 с односторонним пневматическим, электрическим пилотным и ручным управлением

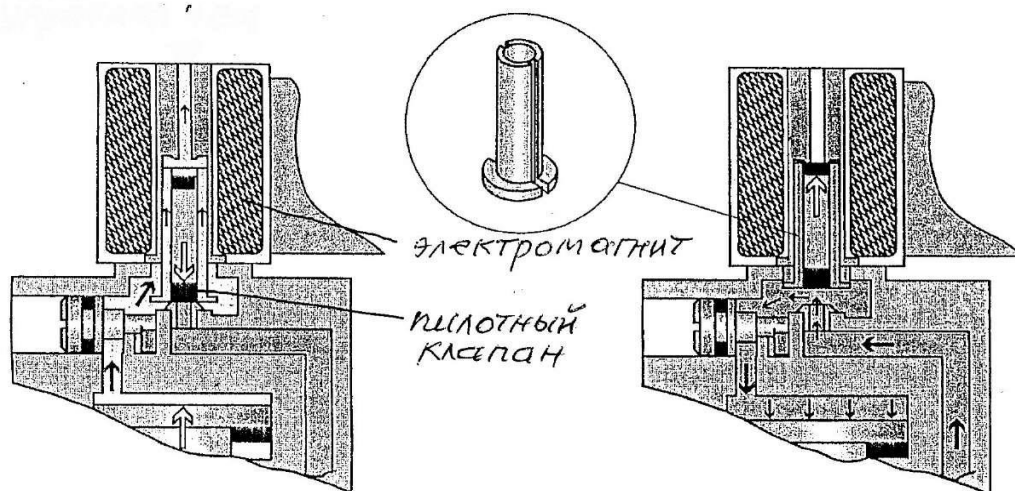


Рис. 4.19. Электропневматический (пилотный) клапан управления распределителем второго каскада

Контрольные вопросы

1. Что такое распределитель?
2. Как распределители различают по конструктивному исполнению?
3. Условные обозначения распределителей.

Лабораторная работа №5

ЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ СРЕДСТВАМИ ПНЕВМОАВТОМАТИКИ

Цель исследований: синтез на базе трехлинейных двухпозиционных пневмораспределителей (ППР) логических функций дискретных с управления.

Содержание исследований

1. Ознакомление с конструкцией трехлинейных двухпозиционных пневмораспределителей с ручным пневматическим управлением, схем их коммутации для выполнения логических функций управления.
2. Последовательный монтаж на демонстрационной доске универсального стенда пневматических систем на базе ППР, реализующих логические функции: тавтология, инверсия, конъюнкция, дизъюнкция, импликация и запрет.
3. Проверка соответствия выходных регистрационных сигналов таблицам состояния логических функций.

Применяемое оборудование и инструмент

Трехлинейный двухпозиционный пневмораспределитель с пневматическим управлением; пневмораспределители с кнопочным (ручным) управлением - 2 шт.; компрессор; блок подготовки воздуха; пневмоцилиндр одностороннего действия (с пружинным возвратом); клапан «И» (логическое умножение); клапан «ИЛИ» (логическое сложение); распределительный коллектор; БПВ (блок подготовки воздуха); запорный вентиль.

Схемы коммутации пневмораспределителей высокого давления для выполнения логических операций в дискретных системах управления

Использование различного числа трехлинейных двухпозиционных пневмораспределителей в составе пневмосистем управления пневмодвигателями позволяет реализовать шесть логических функций управления.

Наличие одной переменной X позволяет образовать простые функции «НЕ» и «ДА». Функция «ДА» (повторение - тавтология) подтверждает сигнал переменной, а функция «НЕ» отрицает (переворачивает - инвертирует) первоначальный сигнал переменной. Схемы реализации простых функций «ДА» и «НЕ» с помощью двух ППР представлены на рис. 5.1. Таблицы состояний этих функций имеют следующий вид (табл. 5.1 и 5.2).

Таблица 5.1. Тавтология $y = x$ («ДА»)

X	0	1
Y	0	1

Таблица 5.2. Инверсия $y = \bar{x}$ («НЕ»)

X	0	1
Y	1	0

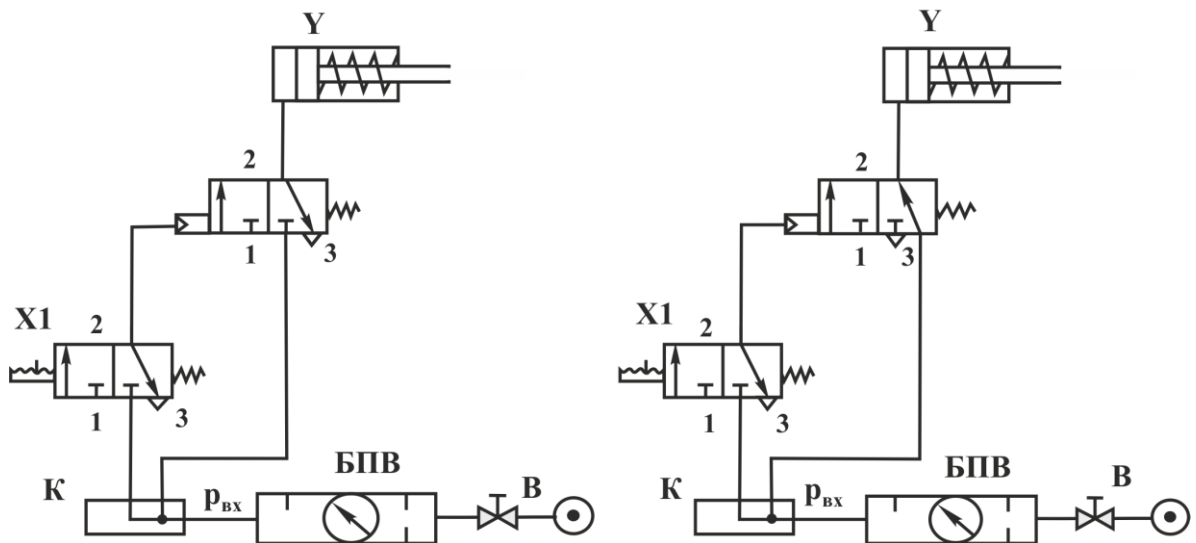


Рис. 5.1. Схемы реализации функций: а) «ДА»; б) «НЕ»

Две логические переменные X_1 и X_2 образуют сложные функции. Важнейшие из них: «КОНЪЮНКЦИЯ» или функция «И», которая представляет собой логическое умножение; «ДИЗЪЮНКЦИЯ» или функция «ИЛИ», которая представляет собой логическое сложение; «ИМПЛИКАЦИЯ» или функция «ЕСЛИ-ТО» - логическое сложение одного действительного и одного проинвертированного сигнала; функция «INHIBITION» или «ЗАПРЕТ» - логическое умножение одного действительного и одного проинвертированного сигнала. Рассмотрим каждую из них.

Функция "Конъюнкция" обозначается следующим образом:

$$Y = X_1 \bullet X_2 \text{ или } Y = X_1 \wedge X_2,$$

а ее состояния представлены в табл. 5.3.

Таблица 5.3. Состояния функции "Конъюнкция"

X_1	1	0	1	0
X_2	0	1	1	0
Y	0	0	1	0

Таким образом, логическая функция Y принимает действительное значение тогда и только тогда, когда действительны обе логические переменные X_1 и X_2

Схема коммутации трехлинейный двухпозиционный пневмо-распределителей для выполнения данной функции приведена на рис. 5.2.

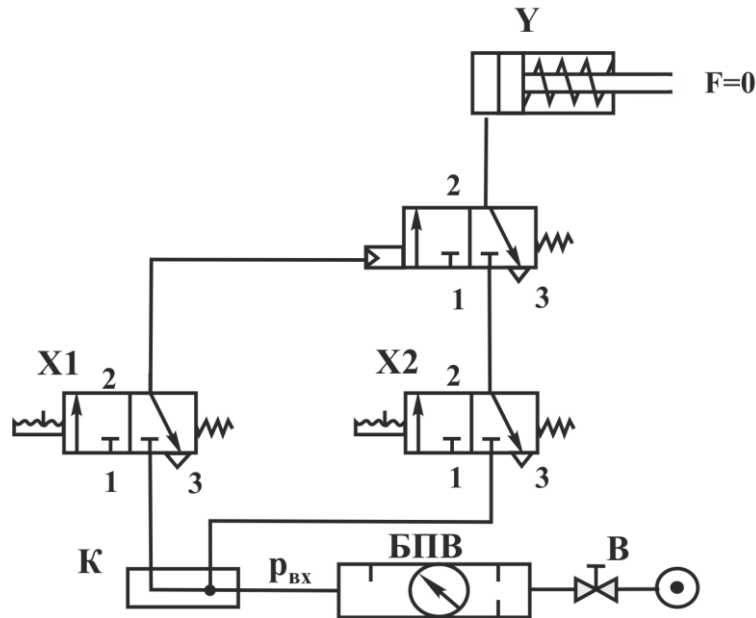


Рис. 5.2. Схема реализации функции «И» на базе ППР

Реализация данной функции с помощью логического элемента «И», устанавливаемого вместо ППР приведена на рис. 5.3.

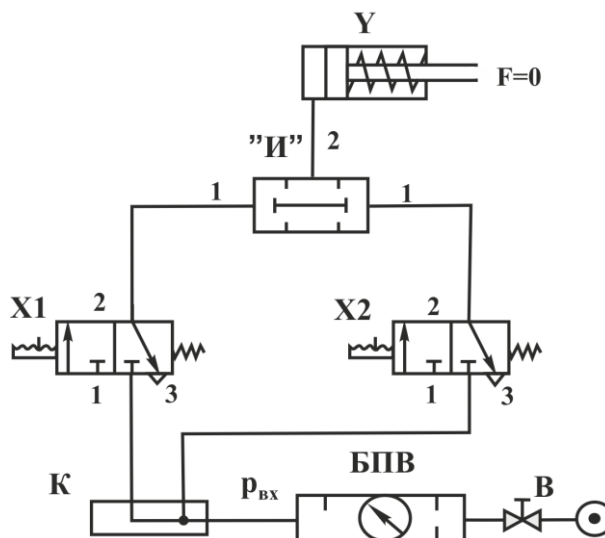


Рис. 5.3. Принципиальная схема управления пневмоцилиндром с помощью логического элемента «И»

Функция «Дизъюнкция» обозначается следующим образом

$$Y = X_1 + X_2 \text{ или } Y = X_1 \vee X_2,$$

а состояния функции представлены в табл. 5.4.

Таблица 5.4. Состояния функции «Дизъюнкция»

X_1	1	0	1	0
X_2	0	1	1	0
Y	1	1	1	0

Видно, что функция будет иметь действительное значение, когда действительна хотя бы одна из логических переменных X_1 или X_2 .

Схемы коммутации пневмоэлементов, реализующих данную функцию, приведены на рис. 5.4 (на базе ППР) и 5.5 (на базе логического элемента «ИЛИ»).

Функция «Импликация» («ЕСЛИ - ТО») имеет вид

$$Y = \bar{X}_1 + X_2 \text{ или } Y = \bar{X}_1 \vee X_2.$$

В табл. 5.5. приведены состояния данной функции, а ее структурная схема - на рис. 5.6.

Таблица 5.5. Состояния функции «Импликация»

X_1	1	0	1	0
X_2	0	1	1	0
Y	0	1	1	1

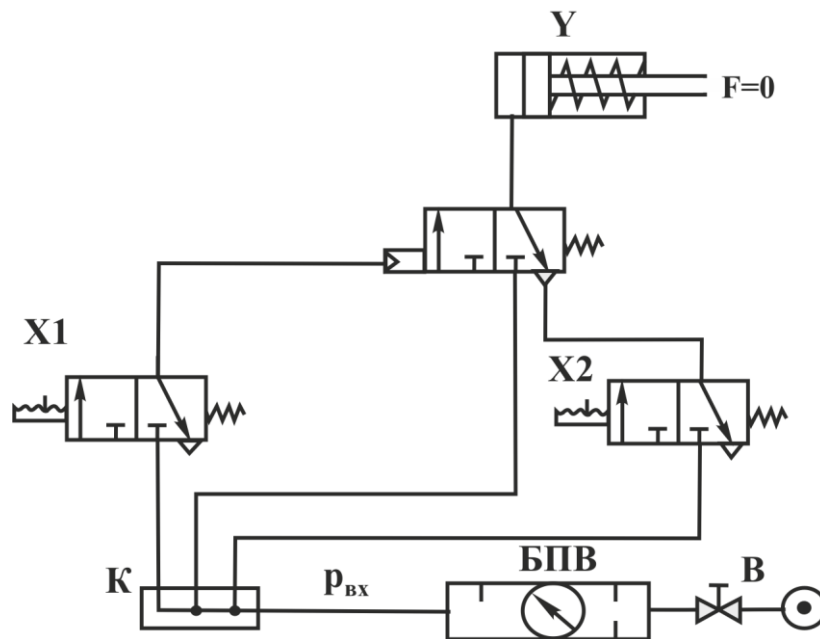


Рис. 5.4. Схема реализации функции «ИЛИ» на базе ППР

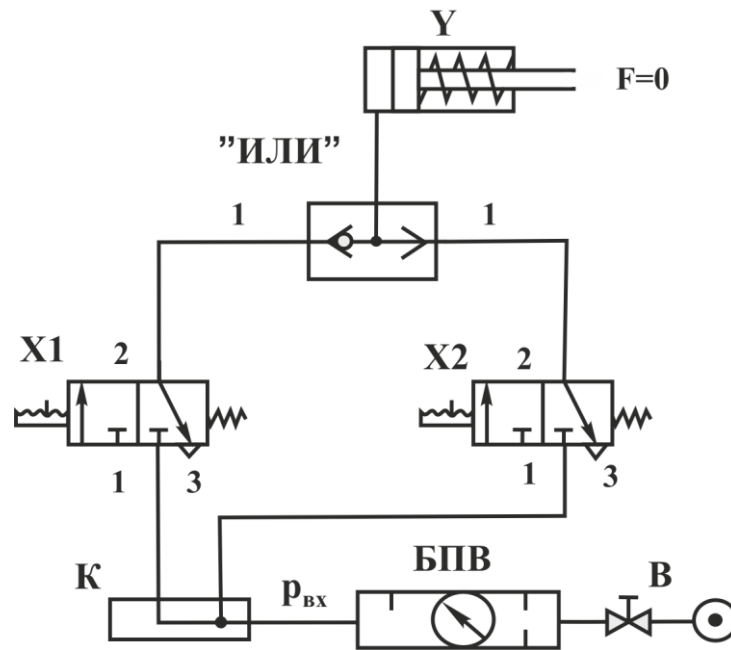


Рис. 5.5. Принципиальная схема управления пневмоцилиндром с помощью логического элемента «ИЛИ»

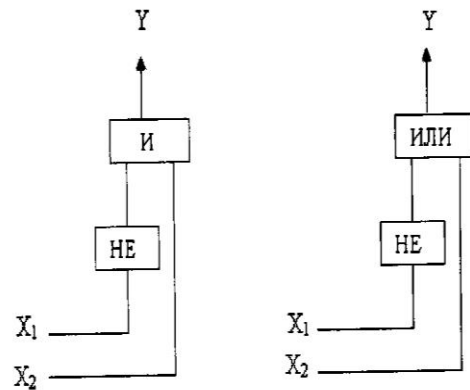


Рис. 5.6. Структурная схема функции «ЗАПРЕТ» и «ИМПЛИКАЦИЯ»

Как видно, таблица состояний получается видоизменением функции «ДИЗЬЮНКЦИЯ» при подстановке в нее вместо действительной переменной X_1 проинвертированного сигнала \bar{X}_1 .

Схема реализации функции «ИМПЛИКАЦИЯ» приведена на рис. 5.7.

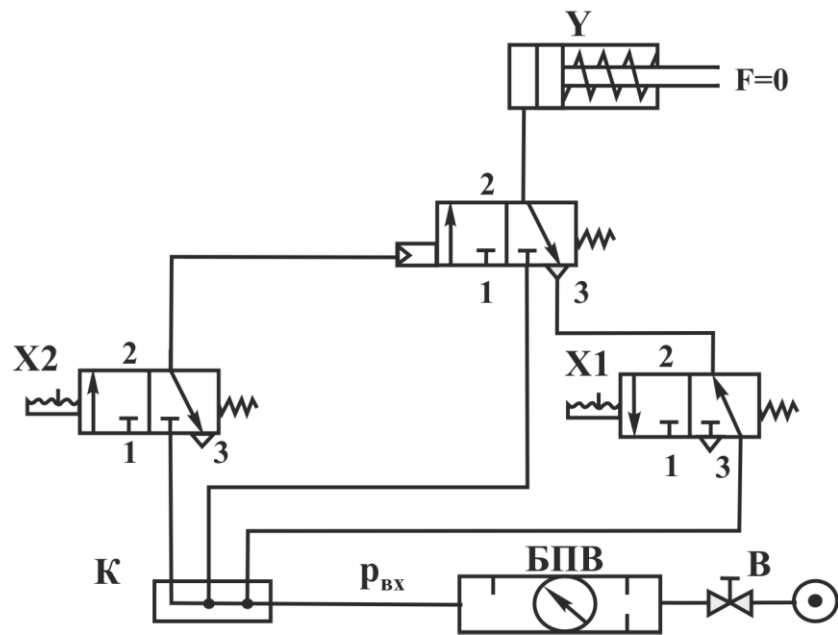


Рис. 5.7. Схема коммутации «ЕСЛИ-ТО»

Функция «**INHIBITION**» или «**ЗАПРЕТ**» имеет вид

$$Y = \bar{X}_1 \cdot X_2 \text{ или } Y = \bar{X}_1 \wedge X_2.$$

Ниже приведена табл. 5.6 состояния функции, а ее структурная схема - на рис. 5.8.

Таблица 5.6

X_1	1	0	1	0
X_2	0	1	1	0
Y	0	1	0	0

Таблица состояний получается видоизменением таблицы состояний функции «**КОНЪЮНКЦИЯ**» при подстановке в нее вместо действительной переменной X_1 проинвертированного оператора \bar{X}_2 . Схема реализации функции «**ЗАПРЕТ**» приведена на рис. 5.8.

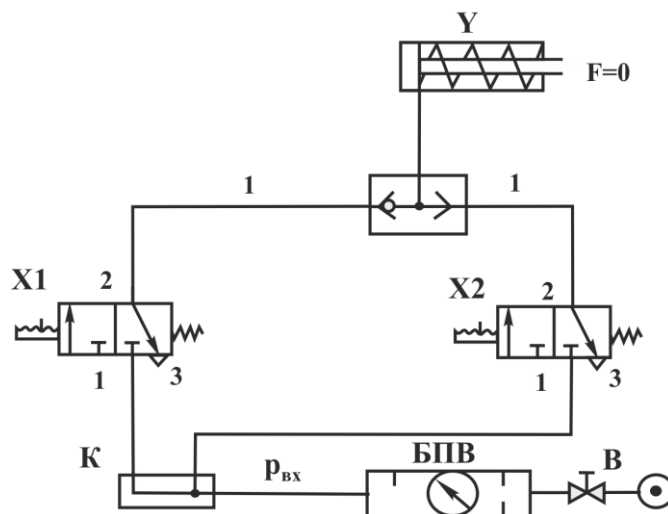


Рис. 5.8. Схема реализации функции «ЗАПРЕТ»

Последовательность выполнения работы

1. Ознакомиться с принципами реализации всех логических функций представленных на рис. 5.1-5.8.
2. Ознакомиться с элементами, входящими в схему реализации логических функций, установить назначение входных и выходных отверстий у исполнительных пневмоэлементов.

Первый этап

3. Используя соответствующие пневмоэлементы, собрать последовательно системы реализации функций «ДА» и «НЕ».
4. Установив с помощью БПВ давление в магистрали стенда $p_{ex} = 0,4$ МПа, проверить правильность выполнения собранных систем с помощью пневмоцилиндра одностороннего действия (по выдвиганию/втягиванию штока).

Второй этап

Аналогичным образом последовательно реализовать функции «КОНЪЮНКЦИЯ», «ДИЗЪЮНКЦИЯ», «ИМПЛИКАЦИЯ», «ЗАПРЕТ».

Содержание письменного индивидуального отчета по работе

1. Название, цель и содержание исследований.
2. Таблицы истинности.
3. Пневматические принципиальные схемы, подтверждающие таблицы истинности с их описанием.
4. Выводы о проделанной работе.

Вопросы для самоконтроля

1. Какова задача структурного синтеза дискретных систем управления?
2. В чем заключается отличие клапанного пневмораспределителя от золотникового?
3. Чем отличаются структурные схемы пневмораспределителей, используемых для распределения потоков воздуха и в качестве логического элемента?
4. Что такое «условное состояние» табличной минимизации числа логических элементов?
5. Какова суть табличного метода синтеза дискретных систем управления?
6. Сколько трехлинейных двухпозиционных пневмораспределителей необходимо применить для управления пневмоцилиндром одностороннего и двухстороннего действия?

Лабораторная работа № 6

РАЗРАБОТКА СХЕМ ПРИВОДОВ И РЕАЛИЗАЦИЯ ИХ НА СТЕНДЕ (FESTO)

Цель работы: изучить порядок разработки принципиальных схем приводов, включающих в себя различные пневмоаппараты (дроссели, с обратными клапанами, логическими клапанами «И» и «ИЛИ», клапаны быстрого выхлопа, клапаны последовательности и выдержки времени) и осуществить монтаж этих приводов на стенде.

Порядок выполнения работы

1. Лабораторная работа № 6 выполняется только после освоения материалов, приведенных в лабораторной работе № 4 и № 5.
2. Каждому студенту выдается отдельное задание из числа приведенных в данной лабораторной работе.

3. Студенты индивидуально разрабатывают принципиальную схему привода согласно полученному заданию.
4. Затем с преподавателем проверяется схема привода с использованием приводов, представленных в приложении.
5. После чего привод монтируется на стенде и проверяется его работоспособность, под наблюдением студентов и преподавателя.
6. В отчете по лабораторной работе приводятся схемы приводов, составленные студентами, а также подробное описание принципа действия приводов и их элементов.

Дросселирование потока в напорной линии

Задание 1. Составить принципиальную схему привода и реализовать его на стенде, используя дросселирование потока воздуха в напорной линии, дросселирование на входе, состоящую из одноштокового цилиндра двухстороннего действия, двух дросселей с обратными клапанами и пневматической кнопки. Это позволит регулировать скорость движения поршня пневмоцилиндра в обоих направлениях его перемещения. Правильность проведенной работы проверить, используя рис. 6.1.

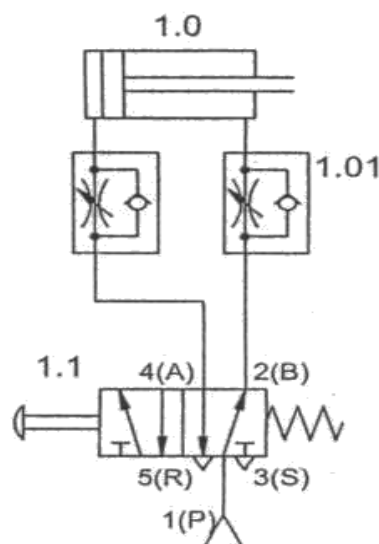


Рис. 6.1. Дросселирование в напорной линии

Задание 2. Необходимо организовать дросселирование потока воздуха в линии выхлопа (дросселирование на выходе) для регулирования скорости движения поршня пневмоцилиндра в обоих направлениях. Составить принципиальную схему привода и реализовать его на стенде, используя цилиндр двухстороннего действия, два дросселя с обратными клапанами и пневматическую кнопку (проверить, используя рис. 6.2).

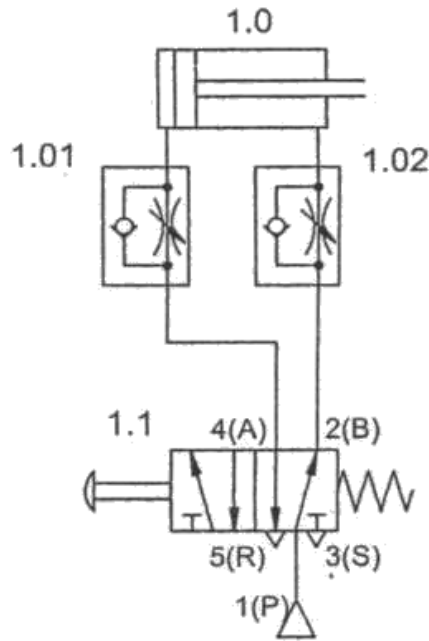


Рис. 6.2. Дросселирование в линии выхлопа

Задание 3. Составить принципиальную схему привода и реализовать его на стенде, в котором управление перемещением поршня осуществляется от трех входных элементов (кнопок). В приводе необходимо использовать одноштоковый пневмоцилиндр двухстороннего действия, два клапан «ИЛИ», распределитель с односторонним управлением и три пневмокнопки (проверить, используя рис. 6.3).

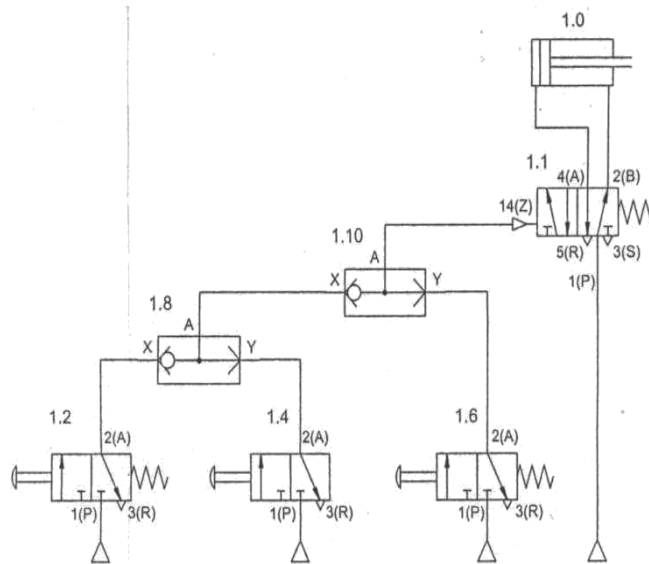


Рис. 6.3. Принципиальная схема управления цилиндром от трех входных элементов

Задание 4. Составить принципиальную схему привода и реализовать его на стенде, в котором управление поршня осуществляется от двух входных элементов (кнопок). В приводе необходимо использовать пневмоцилиндр двухстороннего действия, один клапан «ИЛИ», распределитель с односторонним управлением и две пневмокнопки (проверить, используя рис. 6.4).

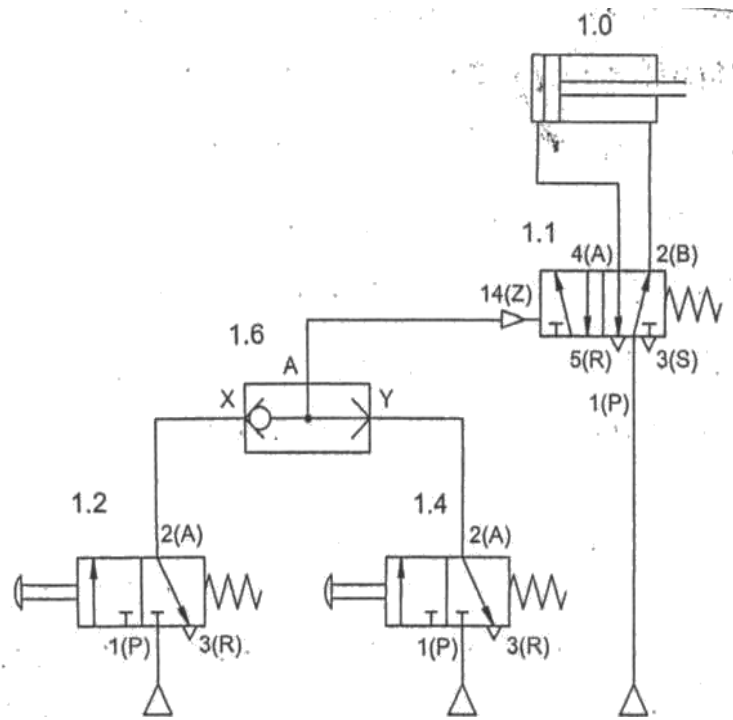


Рис. 6.4. Принципиальная схема управления цилиндром от двух входных элементов

Задание 5. Составить принципиальную схему привода и реализовать его на стенде, в котором управление перемещением поршня осуществляется от двух входных элементов (кнопок). В приводе необходимо использовать пневмоцилиндр двухстороннего действия, один клапан «И», распределитель с односторонним управлением и две пневмокнопки (проверить, используя рис. 6.5).

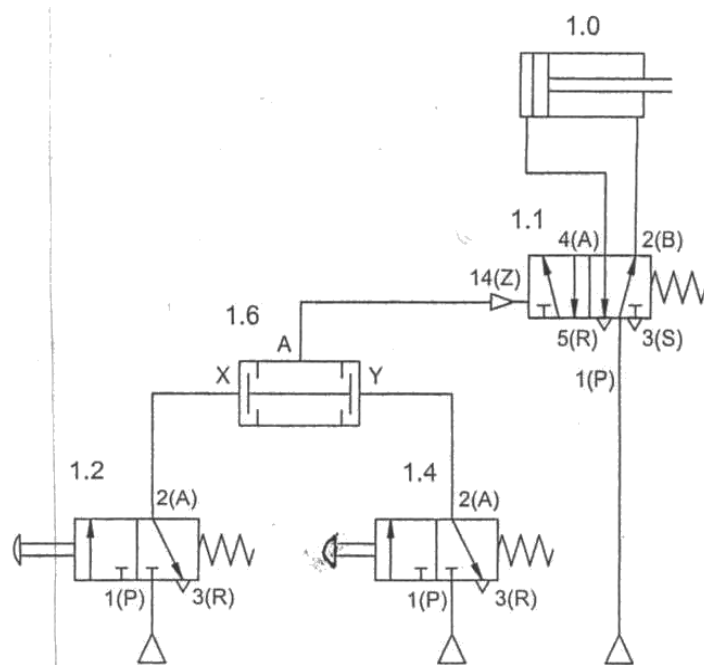


Рис. 6.5. Принципиальная схема клапана двух давлений

Задание 6. Составить принципиальную схему привода и реализовать его на стенде, в котором применить альтернативу логическому элементу «И». В приводе необходимо использовать пневмоцилиндр двухстороннего действия, распределитель с односторонним управлением и две кнопки

ки. Привод осуществляет управление поршнем цилиндра в обоих направлениях (проверить, используя рис. 6.6).

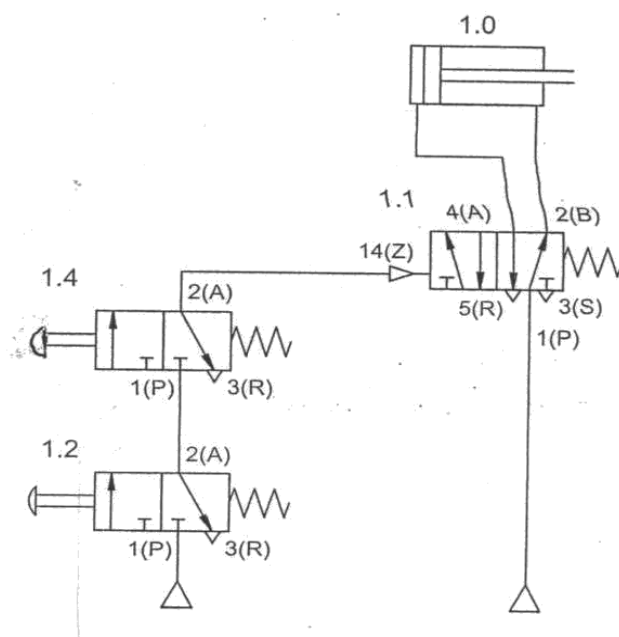


Рис. 6.6. Принципиальная схема:
альтернативная реализация «И» - функции

Задание 7. Составить принципиальную схему привода и реализовать его на стенде, в котором применить быстрый выход сжатого воздуха из пневмоцилиндра для увеличения скорости движения поршня. В приводе (вариант 1) необходимо использовать пневмоцилиндр с пружиной, служащей для возврата поршня в исходное положение, клапан быстрого выхода, пневмокнопку. (проверить, используя рис. 6.7, а).

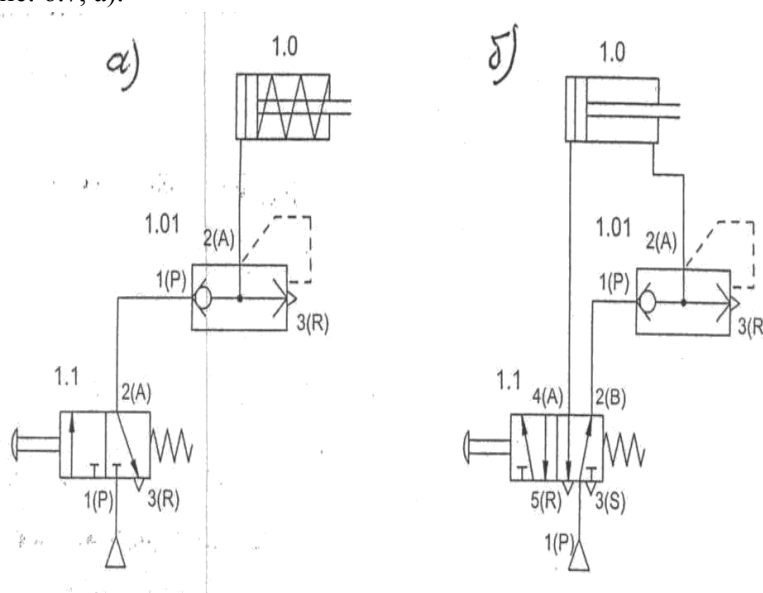


Рис. 6.7. Принципиальная схема реализации быстрого выхода

В приводе (вариант 2) необходимо использовать пневмоцилиндр двухстороннего действия с пневмолиниями, подсоединёнными к штоковой и поршневой полостям, клапан быстрого выхода и пневмокнопку (проверить, используя рис. 6.7, б).

Задание 8. Составить принципиальную схему привода и реализовать его на стенде, в котором применить клапан последовательности для возврата поршня пневмоцилиндра в исходное положение только после достижения давления в поршневой полости заданной величины и контролируемого с помощью манометра.

В приводе применить пневмоцилиндр двухстороннего действия с входами в поршневую и штоковую полости, распределитель с двухсторонним управлением, клапан последовательности (нормально открытый), пневмокнопку и манометр (проверить, используя рис 6.8).

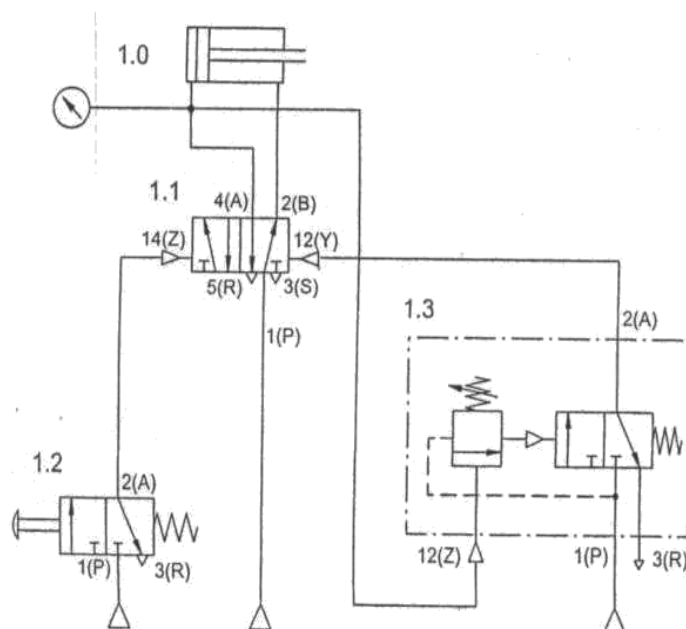


Рис. 6.8. Принципиальная схема реализации обратного хода поршня клапана последовательности

Контрольные вопросы

1. Собрать схему на стенде в соответствии с заданием.

Лабораторная работа № 7

СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ МНОГОАКТНЫХ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Цель работы: провести синтез цикловой системы управления (ЦСУ) по заданной тактограмме, составить ее принципиальную схему и реализовать на стенде FESTO.

Порядок выполнения работы

1. Задается преподавателем тактограмма ЦСУ.
2. Строится первичный граф и осуществляется его анализ на реализуемость.
3. Приводится (в случае необходимости) первичный граф к реализуемому виду.
4. Строится вторичный граф.
5. Составляются уравнения выходных сигналов.
7. Составляется принципиальная схема ЦСУ.
7. Подбираются элементы FESTO для реализации ЦСУ на стенде.
8. ЦСУ реализуется на стенде.

Порядок разработки принципиальной схемы (ЦСУ) можно показать на примере тактограммы $1 - 2 - \bar{2} - \bar{1}$.

Построение первичного графа

Он строится для проверки цикла на реализуемость и определения (при необходимости) нужного количества триггеров и последовательности их включения по циклу.

Для этого вначале проводится окружность – символ замкнутого цикла. Эта окружность делится на равные дуговые участки по числу тактов в цикле. Точки деления образуют вершины графа. Одна из них, например, принимается за исходную и, начиная от нее, при последовательном обходе графа по часовой стрелке им присваиваются порядковые номера исполнительных устройств в соответствии с очередностью их по срабатыванию $1, 2, \bar{2}, \bar{1}$, то есть обозначения вершин точно повторяют форму записи цикла (рис. 7.1). Внутри окружности проводятся линии связи, соединяющие сопряженные вершины. Две вершины являются сопряженными, если в их обозначениях содержатся инверсные по отношению друг к другу порядковые номера. В данном случае сопряженные вершины 1 и $\bar{1}$, 2 и $\bar{2}$.

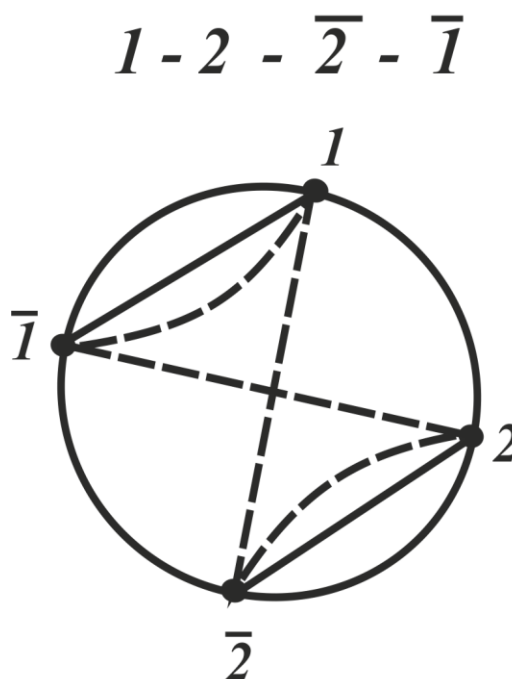


Рис. 7.1. Первичный граф (нереализуемый)

Определение реализуемости графа

Линии связи и их пересечение образуют внутри первичного графа зоны, по характеру которых можно судить о его реализуемости, а следовательно, и о реализуемости цикла. Под реализуемым будем понимать такой цикл (его первичный граф), в котором требуемая последовательность работы исполнительных устройств (цилиндров) обеспечивается без ввода дополнительных запоминающих устройств (триггеров).

Признак реализуемости графа – отсутствие неопределенных зон. Зона считается неопределенной, если в ней можно провести, хотя бы одну линию неопределенности. Линия неопределенности – линия, соединяющая две любые вершины первичного графа, которая разделяет его линии связи и не пересекает внутри графа ни одной из них. В данном примере это штриховые линии, соединяющие $1-\bar{1}$, $1-\bar{2}$, $2-\bar{2}$, $\bar{1}-2$.

Так как граф содержит несколько линий неопределенности, то такой граф нереализуемый и его необходимо привести к реализуемому.

Приведение графа к реализуемому

Для приведения нереализуемого графа к реализуемому (рис. 7.2) нужно провести в нем все возможные линии неопределенности (рис. 7.1), а затем пересечь их и линии связи дополнительными линиями связи так, чтобы эти линии пересекались с максимально возможным числом основных линий связи и неопределенности, а также между собой. Пересечение каждой дополнительной линии связи с окружностью графа образуют в нем две дополнительные вершины и добавляют два дополнительных такта.

Дополнительные вершины – новые состояния, образующиеся при вводе триггера. Дополнительные такты необходимы для его переключений. Положение дополнительных вершин на окружности графа определяет последовательность включения и выключения каждого из введенных триггеров в реализуемом цикле.

В нашем примере для приведения нереализуемого графа к реализуемому достаточно одной дополнительной линии связи, следовательно, для развязки необходимо ввести один триггер с вершинами T, \bar{T} .

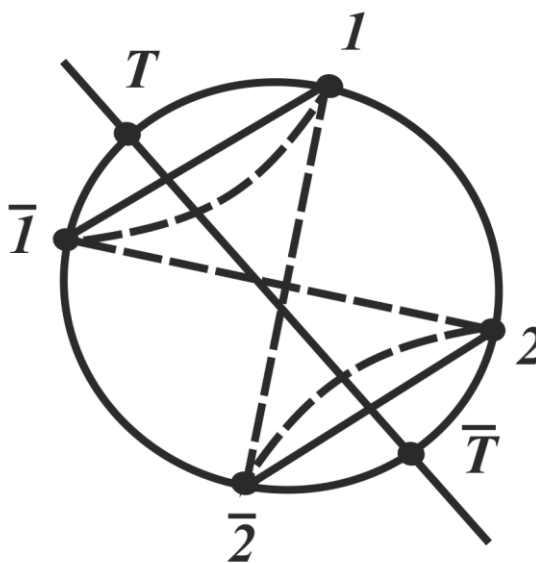


Рис. 7.2. Первичный граф (реализуемый)

Построение вторичного графа

Он служит для составления уравнений выходных сигналов и строится по реализуемому первичному графу. Для этого проводится окружность (рис. 7.3) и делится на равные дуговые участки по числу всех тактов в реализуемом первичном графе. (Дуги со стрелками на их концах, направленные по часовой стрелке). Полученные точки между дугами представляют собой точки деления, которые образуют вершины вторичного графа. Они соответствуют устойчивым состояниям входных сигналов в начале каждого такта. Одна из этих вершин принимается за исходную, например, верхняя. Начиная от нее последовательно обходя граф по часовой стрелке, дуговым участками со стрелками присваиваются обозначения выходных сигналов, включая сигналы управления триггерами, если они имеются в реализуемом первич-

ном графе. В данном примере в первом такте выдвигается поршень первого цилиндра, поэтому для прямого движения обозначаем выходной сигнал (дугу со стрелкой) через y_1 , а в такте, где поршень этого цилиндра совершает обратное движение, обозначаем выходной сигнал (дугу со стрелкой) через \bar{y}_1 . Аналогично для второго цилиндра – обозначения y_2 и \bar{y}_2 . Для триггера обозначения выходных сигналов будут y_0 и \bar{y}_0 .

Для каждой вершины вторичного графа определяется опорный сигнал – входной сигнал от конечного выключателя и триггера, который свидетельствует о выполнении команды в предшествующем данной вершине такте. Если в такте выполняются одновременно несколько команд, т.е. работают одновременно несколько исполнительных устройств, то опорный сигнал для вершины, которая следует за этим тактом, представляет собой конъюнкцию (логическое произведение) сигналов от конечных выключателей, контролирующих срабатывание соответствующих исполнительных устройств.

Опорный сигнал x для вершины вторичного графа обозначается следующим образом. Для исходного состояния ИУ (шток цилиндра втянут) номер опорному сигналу присваивается по формуле x_{2n-1} , где n – номер ИУ (цилиндра), для рабочего положения ИУ (шток цилиндра выдвинут) – по формуле x_{2n} .

Для триггеров опорные сигналы обозначаются в соответствии с обозначением вершин дополнительной линии связи на первичном графе, т.е. x_0 , \bar{x}_0 или x_{01} , \bar{x}_{01} ; x_{02} , \bar{x}_{02} и т.д. (если несколько триггеров).

Для нашего примера опорные сигналы для первого цилиндра будут x_1 и x_2 ; для второго – x_2 и x_4 ; для триггера x_0 и \bar{x}_0 .

Опорные сигналы указываются в кружках, проведенных через вершины вторичного графа (рис. 7.3).

Последовательность выходных сигналов определяется реализуемым первичным графом. Она не зависит от типа главных силовых распределителей, которые будут использоваться для управления исполнительными устройствами. Таким образом, для каждой вершины вторичного графа определяется опорный сигнал – входной сигнал от конечного выключателя или триггера, который свидетельствует о выполнении команды в существующем в данной вершине такте.

Если в такте выполняются одновременно несколько команд, то есть работают одновременно несколько исполнительных устройств, то опорный сигнал для вершины, которая следует за этим тактом, представляет собой конъюнкцию (логическое произведение) сигналов от конечных выключателей, контролирующих срабатывание соответствующих исполнительных устройств.

Затем внутри вторичного графа (рис. 7.3) строятся сигнальные линии, по которым определяются зоны действия входных сигналов. Для их построения каждая вершина графа, в которую входит данный выходной сигнал, связывается направленной линией в виде стрелки с ближайшей по циклу вершиной, из которой выходит инверсный выходной сигнал.

Для данного примера (рис. 7.3) конец стрелки y_1 соединяется с сигнальной линией x_2 с началом стрелки \bar{y}_1 , а конец стрелки \bar{y}_1 – с началом стрелки y_1 . Аналогичные обозначения принимаются для второго цилиндра и триггера. Сигнальные линии обозначаются также, как обозначены вершины, из которых они выходят (рис. 7.3). Если бы в вершине было несколько сигналов, то из нее выходило бы столько сигнальных линий и на них указывались бы соответствующие входные сигналы.

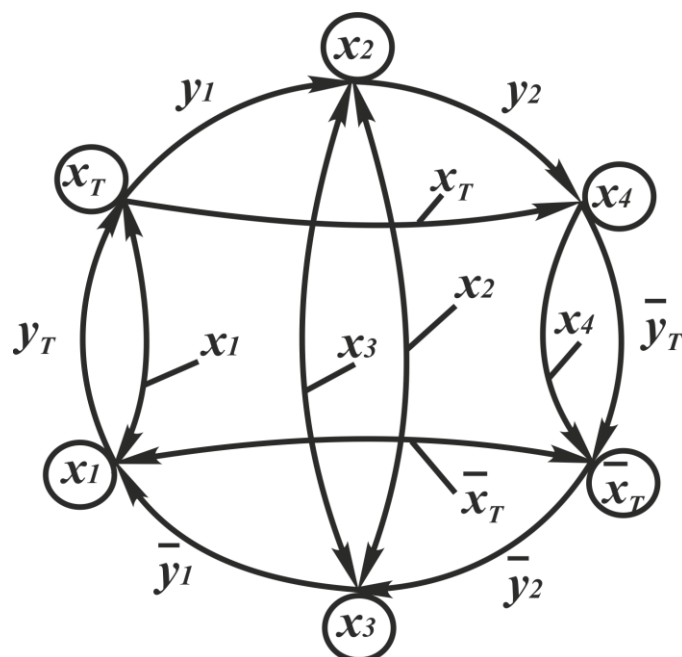


Рис.7.3. Вторичный граф

Составление уравнений выходных сигналов

I. Для распределителей с двухсторонним управлением (с функцией памяти):

- 1) Уравнения составляются для прямых y_1, y_2, y_T и инверсных $\bar{y}_1, \bar{y}_2, \bar{y}_T$ – выходных сигналов.
- 2) Уравнение выходного сигнала всегда должно содержать опорный сигнал вершины вторичного графа, из которой он выходит.
- 3) Если зона действительных значений опорного сигнала для данного выхода меньше зоны действия самого сигнала, то его уравнение включает только опорный сигнал. Зона действительных значений опорного сигнала (зона действия этого сигнала) определяется по вторичному графу. Эта зона расположена с левой стороны сигнальной линии (если смотреть по направлению стрелки сигнальной линии). Справа этой стрелки опорный сигнал отсутствует.
- 4) Если зона действительных значений опорного сигнала для данного выхода больше зоны действия самого выхода, то в уравнении к опорному сигналу добавляется множитель из числа входных сигналов, зона действия которых пересекается с зоной опорного сигнала и пересечение не выходит за пределы зоны действия данного выхода.
- 5) Если в графе имелись бы повторяющиеся опорные сигналы, то в уравнения соответствующих им выходов вводятся дополнительные множители из числа выходных сигналов, образующие такие пересечения, которые однозначно определяют зону действительных значений каждого из этих опорных сигналов.
- 6) Если данный выход повторялся бы в графе, то его уравнение записывалось бы в виде суммы этих уравнений составляющих.

II. Для распределителей с односторонним управлением (без функции памяти):

- 1) Уравнения составляются только для прямых выходных сигналов (без знаков инверсии, т.е. в данном примере для y_1 и y_2), а также для обоих сигналов триггера y_T и \bar{y}_T . Необходимо что-

бы действительное значение выходного сигнала поддерживалось в пределах всей его зоны действия.

2) Исходное уравнение данного выходного сигнала всегда должно содержать опорный сигнал вершины, из которой он выходит, и инверсию опорного сигнала для вершины, из которой выходит инверсный по отношению к нему выходной сигнал.

3) Указанные в п.2 опорные сигналы в составе уравнения для данного выхода могут образовывать сумму, произведение, сочетаться с другими входными сигналами (пересекаться или дополняться). Причем определяемый ими выход должен иметь непрерывное значение, только в пределах всей его зоны действия.

4) Если опорные сигналы повторяются в графе, то к ним добавляются такие множители из числа входных сигналов, чтобы образовавшиеся пересечения однозначно определяли зоны действительных значений для каждого из повторяющихся опорных сигналов.

5) Если прямой входной сигнал повторяется в графе, то его уравнение записывается в виде суммы уравнений составляющих.

6) Полученные уравнения выходных сигналов, как правило, по возможности упрощаются с применением алгебры логики.

Для данного примера (для цикла $1-2-\bar{2}-1$) уравнения выходных сигналов:

Для распределителей с функцией «памяти»:

$$Y_1 = X_T; Y_2 = X_T \cdot X_2; Y_T = X_1; \bar{Y}_1 = X_3 \bar{X}_T; \bar{Y}_2 = \bar{X}_T; \bar{Y}_T = X_4$$

Для распределителей без функции «памяти»:

$$Y_2 = X_T \cdot X_2; Y_T = X_1; \bar{Y}_T = X_4; Y_1 = X_T + \bar{X}_3$$

Дискретные системы управления (для тактограммы $1-2-\bar{2}-\bar{1}$) приведены на рис. 7.4 и 7.5.

Чтобы уменьшить время срабатывания Ц1 и Ц2 необходимо установить на выходах распределители P5 и P6 регулируемые дроссели.

Примечание: независимо от типа распределителей с двухсторонним управлением (с «памятью») или односторонним управлением (без «памяти») уравнения для триггеров всегда составляются для прямого и инверсного выходных сигналов управления.

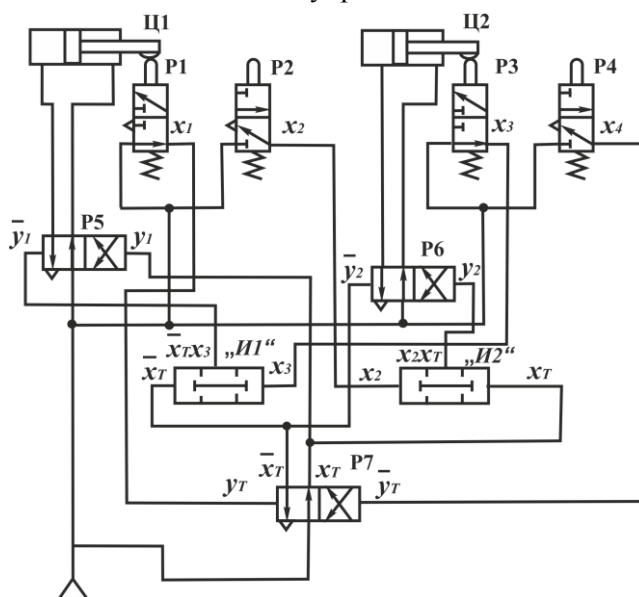


Рис. 7.4. Дискретная система управления (распределители с функцией памяти, для тактограммы $1-2-\bar{2}-\bar{1}$)

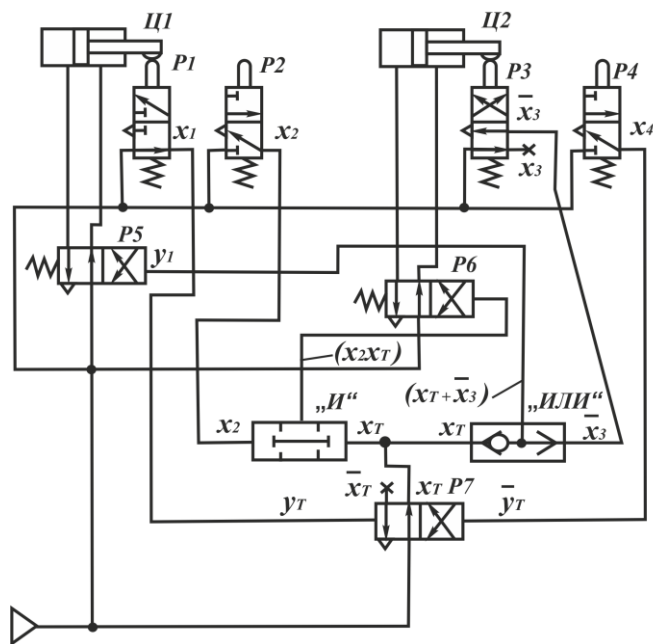


Рис. 7.5. Дискретная система управления
(распределители без функции памяти, для тактограммы $1-2-\bar{2}-\bar{1}$)

Лабораторная работа №8
СИНТЕЗ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПНЕВМОПРИВОДОМ НА БАЗЕ
ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ «И», «ИЛИ»

Цель работы: анализ типовых пневматических схем управления дискретными пневмодвигателями с использованием логических элементов «и», «или» и синтез пневматических схем управления для различных технологических задач.

Содержание исследований

1. Ознакомление с условными обозначениями пневмоэлементов и принципом их работы.
2. Ознакомление с элементной базой лабораторного стенда.
3. Ознакомление с пневматическими принципиальными схемами управления пневмоцилиндром двустороннего действия на базе логических элементов «И», «ИЛИ».
4. Последовательная сборка пневматических систем управления пневмоцилиндром двустороннего действия на базе логических элементов «И», «ИЛИ».
5. Проверка работоспособности собранных пневматических систем и составление таблиц состояния для каждой из них (по выдвиганию/втягиванию штока пневмоцилиндра двустороннего действия).
6. Для заданных технологических условий разработать на базе логических элементов систему управления пневмодвигателями.

Описание конструкции и принципов работы
лабораторных установок

С помощью пневматического клапана «ИЛИ», реализующего логическое сложение (дизъюнкцию) и клапана «И», реализующего логическое умножение (конъюнкцию) (рис. 8.1), можно реализовать дискретное управление пневмодвигателями. оба элемента имеют два входа и один выход выходной сигнал на выходе 2 элемента «ИЛИ» (рис. 8.2) появляется в том случае, если имеется хотя бы один из входных сигналов (X_1 или X_2) на его входах 1 или 1(3), или одновременно оба

этих сигнала, а выходной сигнал с выхода 2 элемента «И» появляется в том случае, если на входы 1 и 1(3) одновременно поступают входные сигналы X1 и X2.

Схема управления пневмоцилиндром двустороннего действия приведена на рис. 8.3.

Выходы 2 обоих пневмораспределителей 1S1, 1S2 с ручным (кнопочным) управлением подсоединены соответственно к входам 1 и 1(3) перекидного клапана 1V1 (элемент «ИЛИ»). При нажатии на одну из кнопок или на обе кнопки одновременно, на входы 1 и 1(3) поступают сигналы X1 и X2. Условие (функция) «ИЛИ» является выполненным, если на выходе 2 элемента «ИЛИ» (1V1) появится пневматический сигнал (давление). Снятие сигнала давления через канал выхлопа пневмораспределителя, не находящегося под действием сигнала управления, то есть не активизированного нажатием кнопки, предотвращает запаривание трубопроводов клапана «ИЛИ» 1V1.

Управляющий сигнал Y поступает на вход 14 5/2-пневмораспределителя 1V2 и вызывает его переключение. Воздух под давлением p_{ex} поступает в бесштоковую полость цилиндра пневмоцилиндра 1А и его шток выдвигается. Если же отпустить нажатую кнопку или обе нажатые кнопки, то сигналы X1 и X2 на одном из входов или одновременно на двух входах 1 и 1(3) пропадут и клапан «ИЛИ» 1V1 соединит канал управления 14 с атмосферой через выхлопное отверстие одного из двух пневмораспределителей 1S1, 1S2. Возвратная пружина переключит пневмораспределитель 1V2 в исходное положение, при котором сжатый воздух по каналу 2 подается в штоковую полость пневмоцилиндра Ц, а из бесштоковой полости воздух через канал 4 сбрасывается в атмосферу: шток пневмоцилиндра втянется.

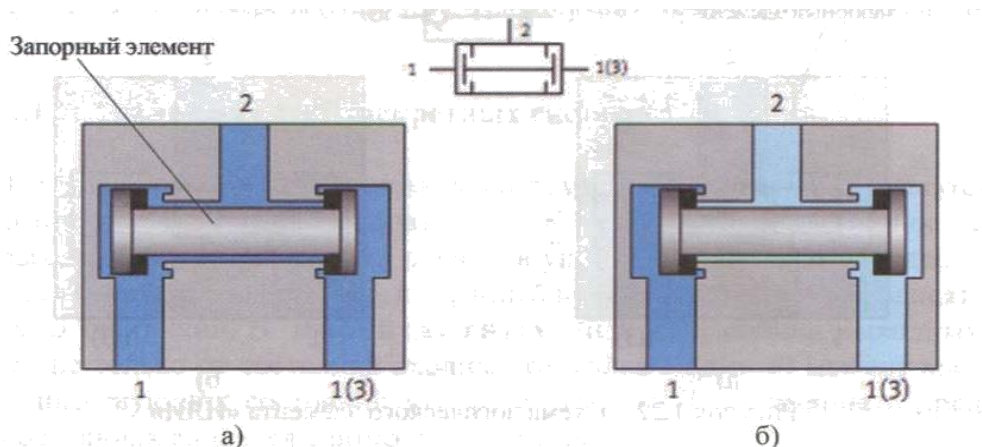


Рис. 8.1. Схема логического элемента клапана «И»

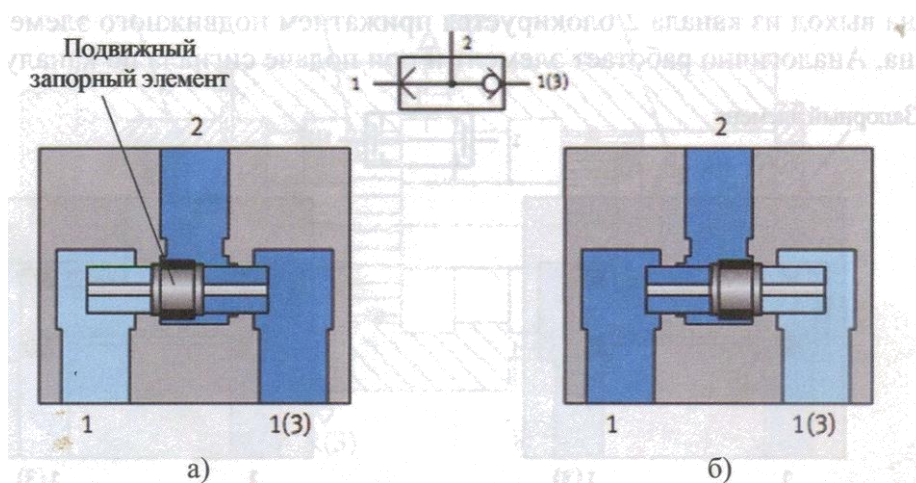


Рис. 8.2. Схема логического элемента клапана «ИЛИ»

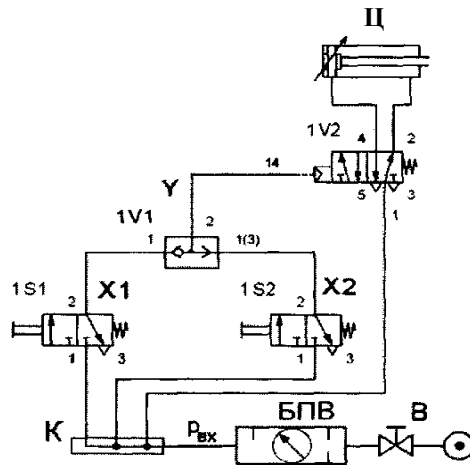


Рис. 8.3. Принципиальная схема управления пневмоцилиндром двустороннего действия с помощью логического элемента клапана «ИЛИ»

Принципиальная схема управления пневмоцилиндром двустороннего действия с помощью логического элемента клапана «И» приведена на рис. 8.4.

Входы 1 и 1(3) клапана «И» 1V1 соединены с выходными каналами 2 пневмораспределителей 1S1, 1S2, которые создают сигналы управления X1 и X2.

При нажатии на кнопку 1S1, только на одном входе 1 элемента «И» появляется сигнал управления X1, но логическое условие «И» не будет выполнено, так как на выходе 2 клапана «И» 1V1 сигнал будет отсутствовать. Если дополнительно нажать на кнопку пневмораспределителя 1S2, то на второй вход 1(3) клапана «И» 1V1 поступит сигнал X2. Логическое условие «И» будет выполнено, и на выходе 2 клапана 1V1, связанного управляющим каналом 14 с пневмораспределителем 1V2 с пневматическим управлением появится управляющий сигнал Y. Пневмораспределитель 1V2 переключится, сжатый воздух поступит в бесштоковую полость пневмоцилиндра Ц и шток выдвинется.

Если один из двух пневмораспределителей 1S1 или 1S2 выключается, то логическое условие «И» не выполняется и на выходе 2 клапана 1V1 управляющего сигнала Y не будет. Канал управления 14 пневмораспределителя 1V1 соединяется через выключившийся распределитель 1S1 или 1S2 с атмосферой. Пневмораспределитель 1V2 переключается в исходное положение. Давление питания поступает в штоковую полость пневмоцилиндра Ц, обеспечивая втягивание штока.

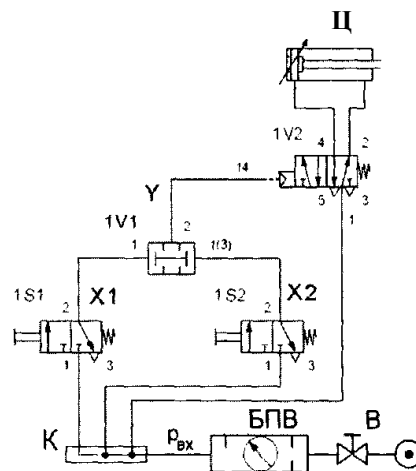


Рис. 8.4. Принципиальная схема управления пневмоцилиндром двустороннего действия с помощью логического элемента клапана «И»

Применяемое оборудование и инструмент

При выполнении работы используются: универсальный стенд, блок подготовки воздуха, запорный вентиль системы питания, раздаточный элемент, цилиндр двустороннего действия, трехлинейный двухпозиционный пневмораспределитель с ручным управлением; (2 шт.), логические элементы «И», «ИЛИ», пятилинейный двухпозиционный пневмораспределитель с односторонним пневматическим управлением, пневматические соединительные шланги.

Последовательность выполнения работы

1. Используя набор пневмоэлементов, собрать на универсальной доске стенда принципиальную схему установки управления цилиндром (рис. 8.3) и подключить её через раздаточный элемент К к блоку подготовки сжатого воздуха БПВ, который вместе с раздаточным элементом и запорным вентилем В установлен на универсальной доске стационарно.

2. Открыть вентиль В. Нажать сначала только на кнопку 1S1, зафиксировать появление (отсутствие) управляющего сигнала Y и отпустить кнопку (сочетание № 1); затем нажать только на кнопку 1S2, зафиксировать наличие (отсутствие) управляющего сигнала Y и отпустить кнопку (сочетание № 2); одновременно на обе кнопки и затем отпустить их (сочетание № 3). Зафиксировать также состояние системы при отпущенных кнопках (сочетание № 4). Результаты занести в табл. состояний 8.1.

Таблица 8.1. Результаты состояния системы

Входные управляющие сигналы	Номер сочетания входных сигналов			
	№ 1	№2	№3	№4
X1 (1S1)				
X2 (1S2)				
Y (14)				

3. Используя набор пневмоэлементов, собрать на универсальной доске стенда принципиальную схему установки управления цилиндром (рис. 8.2).

4. Нажать сначала только на кнопку 1S1, зафиксировать появление (отсутствие) управляющего сигнала Y и отпустить кнопку (сочетание № 1); затем нажать только на кнопку 1S2, зафиксировать состояние системы и отпустить её (сочетание № 2); одновременно нажать на обе кнопки и затем отпустить их (сочетание № 3); зафиксировать состояние системы при отпущенных кнопках (сочетание № 4). Результаты занести в табл. 8.2.

Таблица 8.2. Результаты состояния системы

Входные управляющие сигналы	Номер сочетания входных сигналов			
	№ 1	№2	№3	№4
X1 (1S1)				
X2 (1S2)				
Y (14)				

5. Составить пневматическую схему управления на базе логических элементов «И», «ИЛИ» для одного из вариантов ниже приведенных технологических задач (по согласованию с преподавателем). Собрать и проверить данную схему на лабораторном стенде.

Задача 1.

Шток пневмоцилиндра двустороннего действия должен выдвигаться при кратковременном нажатии одной или одновременно двух кнопок. При отпускании обеих кнопок шток должен занимать исходное (втянутое) положение. Для управления пневмоцилиндром должен использоваться пневмораспределитель с двусторонним пневматическим управлением, обладающий свойством запоминания сигнала (памятью). Кроме того, для получения сигнала о том, что шток достиг крайнего положения, следует использовать концевой выключатель с управлением от роликового толкателя.

Задача 2.

Шток поршня пневмоцилиндра должен выдвигаться только в том случае, если деталь (объект производства) установлена на рабочем столе станка (концевой выключатель наличия детали), защитная сетка рабочей зоны опущена (концевой выключатель наличия сетки в опущенном состоянии) и оператором нажата кнопка «СТАРТ». После отпускания кнопки или несанкционированного смещения защитной сетки вверх шток пневмоцилиндра возвращается в исходное состояние.

Задача 3.

Шток пневмоцилиндра двустороннего действия должен выдвигаться при кратковременном нажатии одной или одновременно двух пусковых кнопок. Для управления пневмоцилиндром должен использоваться пневмораспределитель с двусторонним пневматическим управлением, обладающий свойством запоминания сигнала. Кроме того, для получения информации о том, что шток достиг крайнего положения, следует использовать концевой выключатель с управлением от роликового толкателя. Втянутое положение штока также должно подтверждаться срабатыванием соответствующего концевого выключателя.

При постоянном нажатии одной или двух кнопок привод работает в автоматическом режиме (шток многократно выдвигается и возвращается).

Задача 4.

Шток пневмоцилиндра двустороннего действия должен выдвигаться при нажатии одной или одновременно двух кнопок. При отпускании обеих кнопок шток должен занимать исходное (втянутое) положение. Для управления пневмоцилиндром должен использоваться пневмораспределитель с двусторонним пневматическим управлением, обладающий свойством запоминания сигнала. Кроме того, для получения информации о том, что шток занимает крайнее положение, следует использовать концевые выключатели с управлением от роликового толкателя.

При кратковременном нажатии одной или двух кнопок шток выдвигается и возвращается в исходное положение. Повторение цикла происходит при повторном нажатии.

При удержании одной или двух кнопок шток выдвигается и возвращается в исходное положение после отпускания одной или двух кнопок.

6. Разобрать лабораторные установки и уложить пневмоэлементы на свои места в контейнере стенда.

Содержание письменного индивидуального отчета по работе

1. Название, цель и содержание исследований.
2. Описание лабораторных установок.
3. Пневматические принципиальные схемы управления пневмоцилиндром двустороннего действия..
4. Таблицы состояний.
5. Выводы по работе.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое логическая операция «ИЛИ» и как она отображается таблицей состояний пневматических сигналов?
2. Что такое логическая операция «И» и как она отображается таблицей состояний пневматических сигналов?
3. Почему в пневматических схемах используется пятилинейный двухпозиционный пневмораспределитель?
4. Как обеспечивается наличие «памяти» у пневмораспределителя с двусторонним пневматическим управлением? Почему это несвойственно пневмораспределителю с односторонним управлением?

Лабораторная работа №9

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИХ СХЕМ ДИСКРЕТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПНЕВМОПРИВОДАМИ С ОДНИМ ДВИГАТЕЛЕМ

Цель работы: анализ принципиальных пневматических и электрических схем управления с одним пневмоцилиндром одностороннего или двустороннего действия.

Содержание исследований

1. Ознакомление с элементной базой лабораторного стенда.
2. Ознакомление с типовыми пневматическими и электрическими принципиальными схемами управления работой пневмоцилиндра одно- и двустороннего действия.
3. Монтаж на лабораторном стенде пневматической и электрической схем управления пневмоцилиндром одно- и двустороннего действия и проверка их в требуемых режимах.

Общие сведения

Для управления пневмоцилиндрами одностороннего действия применяются схемы прямого и непрямого управления, основанные на использовании трехлинейных двухпозиционных электропневмо-распределителей (ЭПР) с односторонним электромагнитным управлением и пружинным возвратом.

Схема прямого управления представлена на рис. 9.1, б. При нажатии на кнопку S1 замыкаются её электрические контакты 13, 14 и запитывается обмотка 1У1 электромагнита электропневмораспределителя 1.1. (рис. 9.1,а). Электромагнит срабатывает, ЭПР переключается, и воздух поступает в бесштоковую полость пневмоцилиндра, вызывая выдвижение штока. Отпускание кнопки приводит к разрыву цепи. Напряжение на обмотке электромагнита пропадает, ЭПР возвращается в исходную позицию, шток пневмоцилиндра под воздействием пружины втягивается.

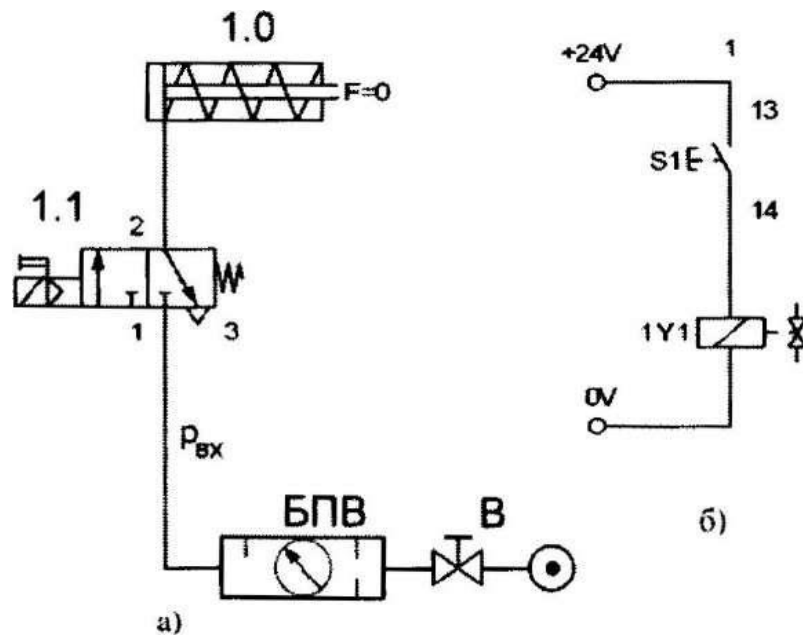


Рис. 9.1. Принципиальные пневматическая (а) и электрическая (б) схемы прямого управления пневмоцилиндром одностороннего действия

Непрямое управление пневмоцилиндром 1.0 иллюстрируется схемами на рис. 9.2. Если кнопка S1 (рис. 9.2, б) нажата, ток, протекая по обмотке катушки K1 реле, вызывает замыкание контактов 13, 14 контактной пары К 1.1, в результате чего запитывается катушка 1Y1 ЭПР 1.1 и происходит его переключение в другое положение. Шток пневмоцилиндра (рис. 9.2, а) выдвигается. Если кнопку отпустить, электрические контакты 13, 14 размыкаются, обмотка K1 реле обесточивается и оно выключается. ЭПР возвращается в исходное положение, шток пневмоцилиндра 1.0 втягивается.

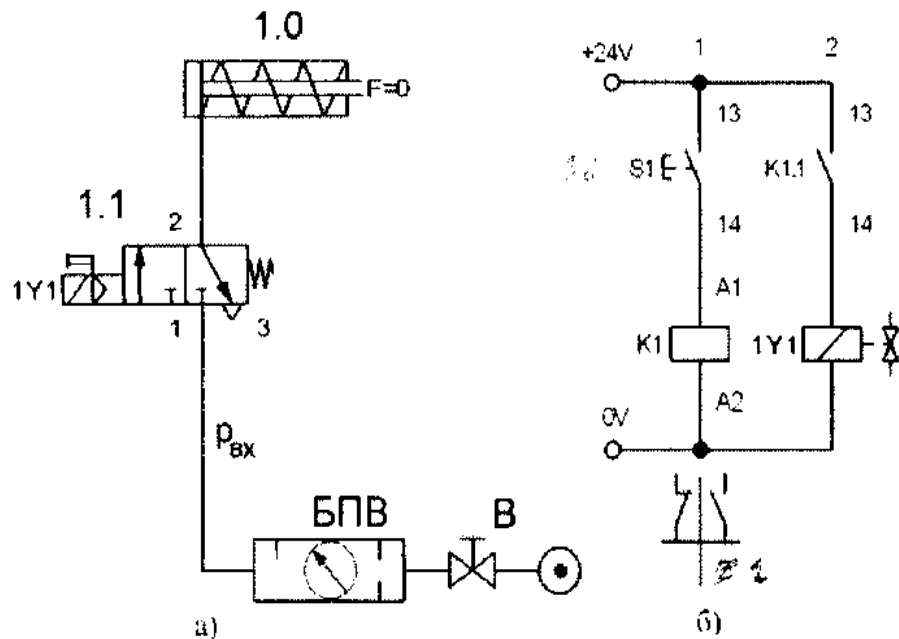


Рис. 9.2. Принципиальные пневматическая (а) и электрическая (б) схемы непрямого управления пневмоцилиндром одностороннего действия

Электрические принципиальные схемы управления пневмоцилиндрами двустороннего действия не отличаются от схем управления пневмоцилиндрами одностороннего действия (рис. 9.3, б). Но поскольку такой пневмоцилиндр имеет две рабочие полости, для управления им используется пятилинейный двухпозиционный электропневмо-распределитель (рис. 9.3, а).

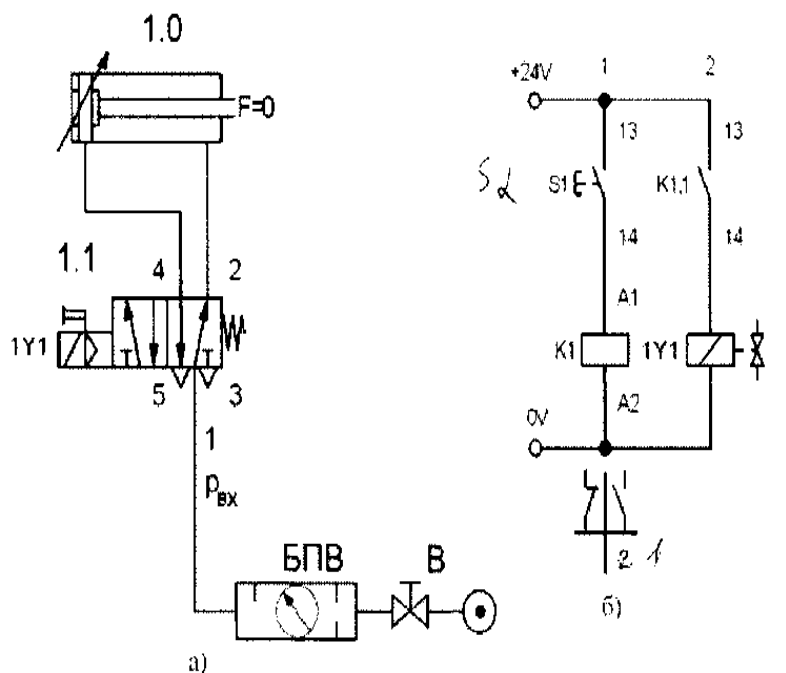


Рис. 9.3. Принципиальные пневматическая (а) и электрическая (б) схемы непрямого управления пневмоцилиндром двустороннего действия

Для обеспечения требуемых перемещений штоков пневмоцилиндров при выполнении различных технологических задач часто необходимо комбинировать сигналы от нескольких элементов управления с использованием логических функций. Например, чтобы обеспечить выдвигание штока пневмоцилиндра при нажатии на одну из двух пусковых кнопок S1 или S2, расположенных в различных местах, их подключают параллельно друг другу (рис. 9.4, б), то есть используется электрический логический блок «ИЛИ».

Если ни одна из кнопок не нажата, ЭПР 1.1 остается в исходной позиции. Шток пневмоцилиндра втянут.

Если, по крайней мере, одна из кнопок нажата или нажаты обе кнопки S1 и S2, ЭПР переключается. Шток пневмоцилиндра выдвигается.

Наконец, когда обе кнопки отпущены, ЭПР возвращается в исходную позицию. Шток пневмоцилиндра втягивается.

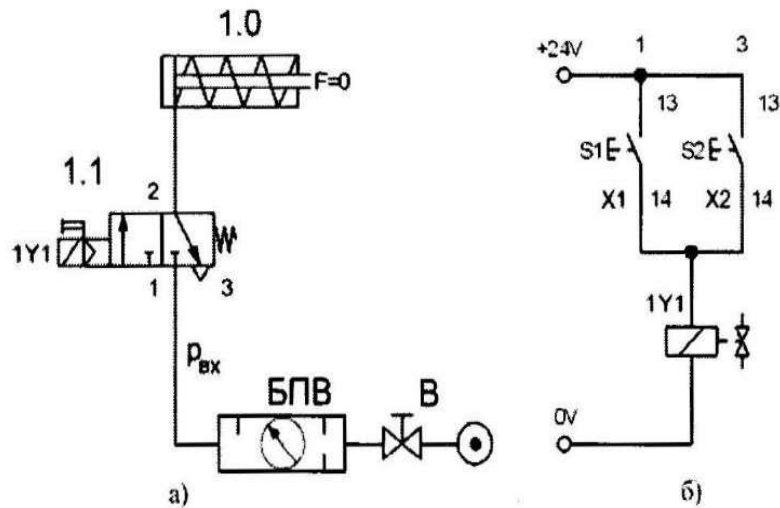


Рис. 9.4. Принципиальная пневматическая (а) и электрическая (б) схема прямого управления пневмоцилиндром одностороннего действия с использованием логического блока «ИЛИ» на базе двух параллельно подключенных контактных пар

Аналогичным образом осуществляется не прямое управление двустороннего действия 1.0 от пятилинейного двухпозиционного электропневмораспределителя 1.1 (рис. 9.5).

Если ни одна из кнопок не нажата, ЭПР 1.1 остается в исходной позиции. Шток пневмоцилиндра втянут.

Если одновременно нажать на обе кнопки, ЭПР переключается и шток выдвигается.

Если хотя бы одну кнопку отпустить, ЭПР возвращается в исходную позицию, а шток втягивается.

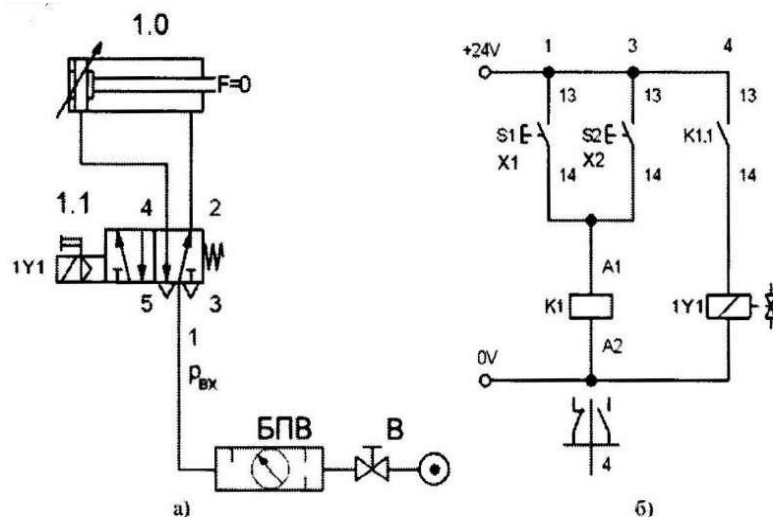


Рис. 9.5. Принципиальная пневматическая (а) и электрическая (б) схема прямого управления пневмоцилиндром двустороннего действия с использованием логического блока «ИЛИ» на базе двух параллельно подключенных контактных пар

В том случае, когда шток пневмоцилиндра должен двигаться только при одновременном нажатии на обе кнопки S1 и S2, контакты 13 и 14 этих кнопок подключаются последовательно друг за другом и образуют логический блок «И» (рис. 9.6 и 9.7).

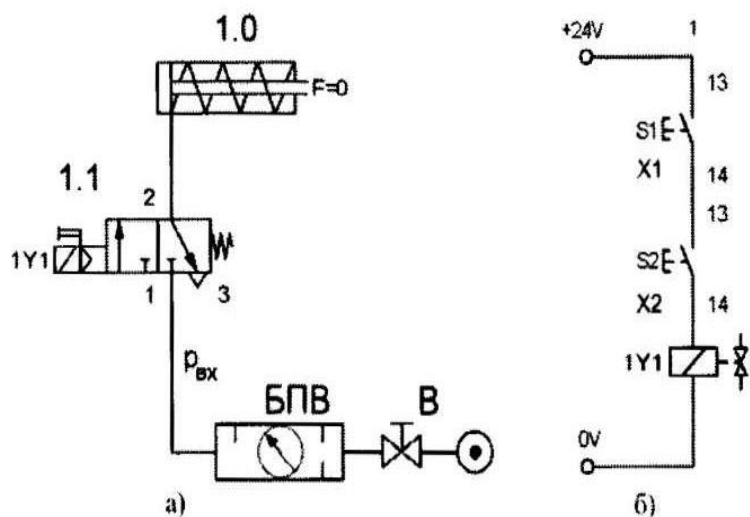


Рис. 9.6. Принципиальная пневматическая (а) и электрическая (б) схема прямого управления пневмоцилиндром одностороннего действия с использованием логического блока «И» на базе двух последовательно подключенных контактных пар

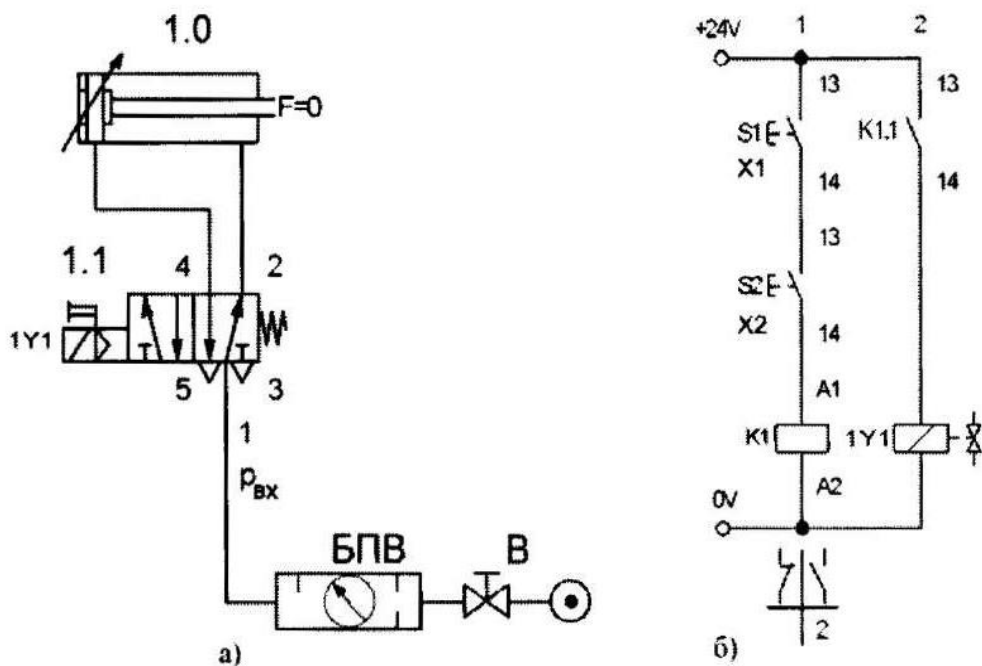


Рис. 9.7. Принципиальная пневматическая (а) и электрическая (б) схема непрямого управления пневмоцилиндром двустороннего действия с использованием логического блока «И» на базе двух последовательно подключенных контактных

Применяемое оборудование и инструмент

При выполнении работы используется: универсальный стенд с блоком подготовки воздуха, запорным вентиляем системы питания и раздаточным элементом; пневмоцилиндры одно- и двустороннего действия; трехлинейные и пятилинейные и двухпозиционные электропневмораспределители с односторонним электромагнитным управлением; пневматические соединительные шланги; блок питания на 24 В; блок электрических кнопок; блок электрических реле; электрические соединительные провода с разъемами.

Последовательность выполнения работы

1. Из набора электропневмоэлементов и электроэлементов собрать на универсальной доске поочередно принципиальные схемы управления пневмоцилиндром для одного из двух вариантов схем (по согласованию с преподавателем) и подключить их через раздаточный элемент или непосредственно к БПВ. Установить давление $p_{ex.} = 0,4$ МПа (4 бара).

Вариант 1 — схемы на рисунках 9.1, 9.3, 9.4, 9.7.

Вариант 2 — схемы на рисунках 9.1, 9.2, 9.5, 9.6.

Блок подготовки сжатого воздуха и раздаточный элемент установлены на универсальной доске стационарно.

Электрическую схему собрать с использованием стационарно установленного на стенде блока питания на 24 В.

2. Нажатием соответствующих кнопок убедиться в работоспособности схем по выдвижению/втягиванию штока пневмоцилиндра.

3. Определить состояние сигналов логических блоков «ИЛИ», используемых для управления пневмоцилиндрами одностороннего действия в схемах на рис. 9.4, 9.5 и занести результаты в табл. 9.1.

4. Аналогично пункту 3 определить состояние сигналов логических блоков «И» (схемы на рисунках 9.6 и 9.7) и занести результаты в табл. 9.2 аналогичную табл. 9.1.

Таблица 9.1. Состояния элемента «ИЛИ»

Состояние кнопки S1 (сигнал X1)	Состояние кнопки S2 (сигнал X2)	Положение штока (втянут/выдвинут) (сигнал 1Y1)
не нажата	не нажата	
нажата	не нажата	
не нажата	нажата	
нажата	нажата	

5. Разобрать принципиальные схемы и уложить использованные пневмоэлементы на свои места в контейнер стенда.

Содержание письменного индивидуального отчета по работе

1. Название, цель и содержание исследований.
2. Пневматические и электрические принципиальные схемы.
3. Описание исследуемых принципиальных схем.
4. Таблицы с результатами экспериментов.
5. Выводы по работе.

Вопросы для самоконтроля

1. В каком положении находится шток пневмоцилиндра при активизации кнопок S1 и S2 в схемах с логическими блоками «И» и «ИЛИ»?
2. С помощью каких элементов электропневмоавтоматики осуществляется прямое и не прямое управление?
3. Как на принципиальных схемах обозначается пневмоцилиндр, пневмораспределитель, электрокнопка, электромагнитная катушка, контакты реле?

4. Почему в схемах управлением пневмоцилиндром одностороннего действия используется трехлинейный двухпозиционный ЭПР, а для пневмоцилиндра двустороннего действия - пятилинейный двухпозиционный ЭПР?

5. Как осуществляется возврат в исходное положение ЭПР с односторонним электромагнитным управлением?

6. Чем отличается трехлинейный двухпозиционный ЭПР от пятилинейный двухпозиционный ЭПР с односторонним электромагнитным управлением?

7. Что такое пилотное (непрямое) управление пневмораспределителем и в чем его преимущество перед прямым управлением?

Лабораторная работа №10

ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ С ЗАПОМИНАНИЕМ СИГНАЛОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПНЕВМОПРИВОДАМИ НА БАЗЕ ПНЕВМОЦИЛИНДРОВ ДВУСТОРОННЕГО ДЕЙСТВИЯ

Цель работы: анализ и синтез принципиальных пневматических и электрических схем управления пневмоцилиндром двустороннего действия с использованием ЭПР с двусторонним электромагнитным управлением.

Содержание исследований

1. Ознакомление с условными обозначениями пневмоэлементов, электропневмоэлементов и электроэлементов.

2. Ознакомление с элементной базой лабораторного стенда, предназначенной для исследуемых электропневматических схем.

3. Анализ типовых пневматических и электрических принципиальных схем с запоминанием сигналов управления пневмоцилиндром двустороннего действия.

4. Монтаж электропневматических схем и отработка с их помощью алгоритмов работы пневмоцилиндра двустороннего действия.

Описание принципиальных схем и принципа работы их

При выполнении различных практических задач часто требуется обеспечить единичный автоматический цикл — прямой и обратный ход штока пневмоцилиндра при кратковременном нажатии кнопки «ПУСК» с самовозвратом. Для выполнения следующего цикла требуется повторно нажать кнопку «ПУСК».

Для обеспечения многократно повторяющегося автоматического цикла прямого и обратного хода штока пневмоцилиндра используется кнопка «ПУСК» с фиксацией.

На рис. 10.1 представлены пневматическая и электрическая схемы, обеспечивающие после выполнения прямого хода штока его автоматический обратный ход и остановку (один цикл) при запоминании сигнала включения с помощью ЭПР с двусторонним управлением.

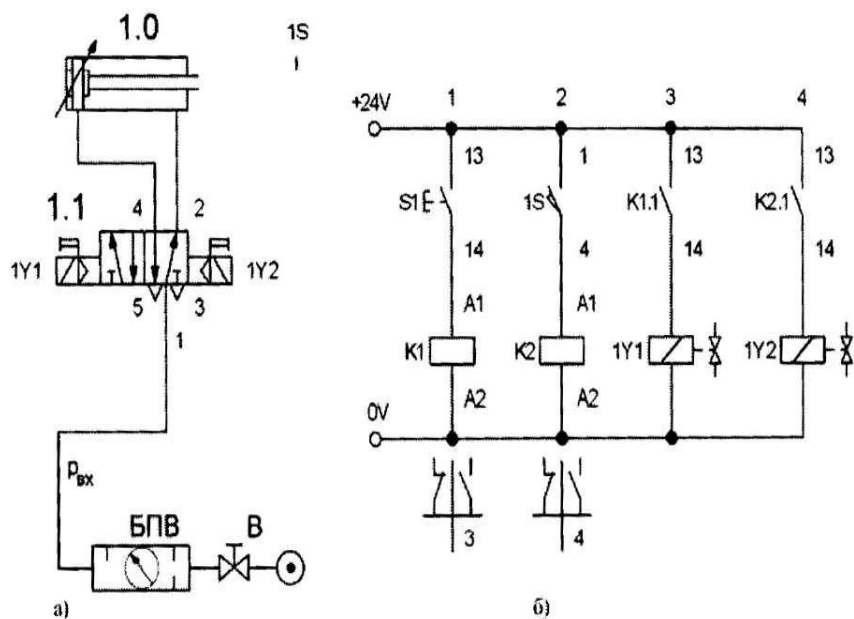


Рис. 10.1. Схема пневматическая (а) и электрическая (б) пневмопривода для выполнения одного рабочего цикла

При кратковременном нажатии на кнопку S1 и последующем ее отпускании запитывается катушка K1 первого электромагнитного реле, установленного в токовой цепочке 1, замыкается его контакт К 1.1, и ток поступает на катушку 1Y1 ЭПР 1.1, который переключается. Воздух поступает в бесштоковую полость пневмоцилиндра 1.0, шток которого выдвигается и при достижении крайнего выдвинутого положения механически вызывает срабатывание конечного переключателя 1S. Запитывается катушка K2 второго реле, установленного в токовой цепочке 2. Контакты 13, 14 контактной пары K2.1 этого реле замыкаются, и ток поступает на катушку 1Y2 ЭПР, который переключается, возвращаясь в исходное положение. Происходит запитывание воздухом штоковой полости и шток цилиндра 1.0 втягивается. Необходимым условием возврата штока должно быть отпускание кнопки S1.

Схемы, представленные на рис. 10.2, обеспечивают многократное выполнение рабочего цикла. В исходном положении шток пневмоцилиндра 1.0 втянут и активирован концевой выключатель 1S1.

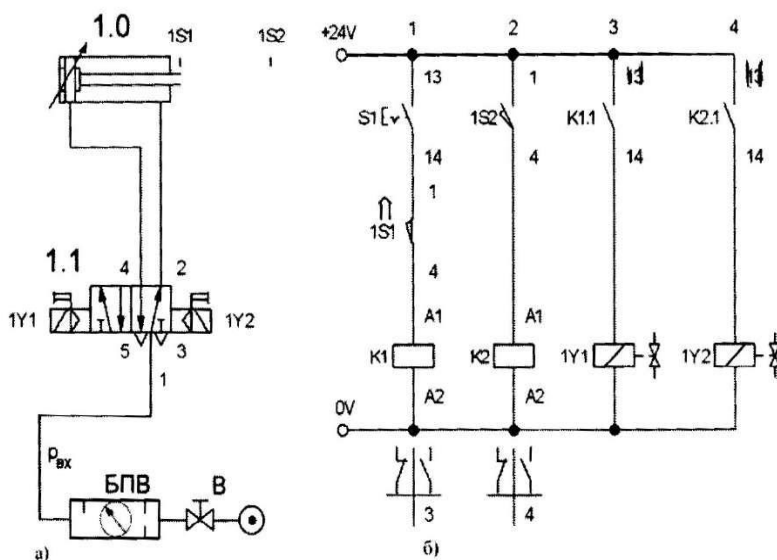


Рис. 10.2. Схема пневматическая (а) и электрическая (б) пневмопривода для многократного выполнения в автоматическом режиме рабочих циклов

Если нажать кнопку S1, запитывается катушка реле K1, замыкается контакт K 1.1 и ток поступает на катушку 1Y1 электромагнита ЭПР 1.1. Он переключается и шток пневмоцилиндра 1.0 выдвигается. При достижении штоком крайнего выдвинутого положения срабатывает концевой выключатель 1S2, запитывается катушка реле K2, замыкается её контакт K2.1, и ток поступает на катушку 1Y2 электромагнита ЭПР 1.1, который переключается в исходное положение, и шток пневмоцилиндра втягивается. Если кнопка S1 останется нажатой, после полного втягивания штока и срабатывания 1S1 начнется новый цикл работы. Если же кнопка S1 не нажата, а шток останется в крайнем втянутом положении.

Применяемое оборудование и инструмент

Универсальный стенд с блоком подготовки воздуха, запорным вентилем системы питания и раздаточным элементом; пневмоцилиндры одно- и двустороннего действия; пятилинейный двухпозиционный электропневмораспределитель с двусторонним электромагнитным управлением; пневматические соединительные шланги; блок питания на 24 В; блок электрических кнопок; блок электрических реле; электрические (путевые) датчики конечных положений; электрические соединительные провода с разъемами.

Последовательность выполнения работы

1. Ознакомиться с условными обозначениями и элементной базой лабораторного стенда, используемой в составе принципиальных схем для проведения исследований (приложение).

2. Используя набор электропневмоэлементов и электроэлементов, собрать на универсальной доске, сначала по схеме на рис. 10.1, а затем по схеме на рис. 10.2, принципиальные схемы, подключить их через раздаточный элемент (коллектор) или напрямую к БПВ и установить давление $p_{ex} = 0,4$ МПа (4 бара). БПВ с вентилем В и раздаточный элемент установлены на универсальной доске стационарно.

Собрать электрическую часть, используя стационарно установленный в верхней части стенда блок питания на 24 В, блок кнопок, блок реле и универсальные электрические провода с разъемами.

3. Убедиться в правильности реализации алгоритма работы исполнительных органов собранных установок по выдвигению/втягиванию штока пневмоцилиндра.

4. Составить отчет по лабораторной работе с выводами и рекомендациями.

5. Разобрать принципиальные схемы и уложить использованные элементы на свои места в контейнер стенда.

Содержание письменного индивидуального отчета по работе

1. Название, цель и содержание исследований.
2. Пневматические и электрические принципиальные схемы (рис. 10.1, 10.2).
3. Описание работы пневматических и электрических принципиальных схем.
4. Выводы по работе.

Вопросы для самоконтроля

1. Как обеспечивается запоминание сигналов управления, поступающих на катушки ЭПР?
2. Для чего необходимо обеспечить запоминание сигналов управления?
3. Какова должна быть минимальная величина времени запоминания?
4. Почему необходимо отпустить кнопку «ПУСК» при реализации одного цикла работы пневмоцилиндра?

5. Что такое пилотное (непрямое) управление пневмораспределителем и какое преимущество такой схемы управления по сравнению со схемой прямого управления?

6. Какие элементы электросхем используются для передачи токовых сигналов от датчиков 1S1 и 1S2 на обмотки ЭПР?

Лабораторная работа №11 **ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ПРИВОД С РЕЛЕ ВРЕМЕНИ**

Цель исследований: определение зависимости времени срабатывания исполнительного органа пневмопривода от расхода воздуха в канале питания и разработка схемы управления пневмоприводом с задержкой времени по переднему фронту сигнала управления.

Содержание исследований

1. Ознакомление с элементной базой лабораторного стенда, предназначенной для проведения исследований.

2. Ознакомление с принципиальными схемами управления с пневматической временной задержкой, создаваемой с помощью реле времени (клапана выдержки времени).

3. Определение эксплуатационных характеристик пневматического клапана выдержки времени.

4. Составление схем управления пневмоцилиндром двустороннего действия с заданной временной задержкой срабатывания и их моделирование на ПЭВМ.

5. Выполнение расчетов теоретического времени срабатывания клапана выдержки времени в зависимости от диаметра проходного сечения линии управления.

Описание конструкции и принципа работы лабораторной установки

В составе лабораторной установки для организации временной задержки управляющего пневматического сигнала используется пневматический клапан выдержки времени (КВВ).

Принципиальная пневмосхема с реле времени представлена на рис. 11.1, а. В её состав входит пневмоцилиндр двустороннего действия 1.0, 5/2-пневмораспределитель с двусторонним электромагнитным управлением 1.1, КВВ 1.01, состоящий из трехлинейного двухпозиционного пневмораспределителя с пневматическим односторонним управлением и пружинным возвратом ППР, пневмоёмкости П и регулируемого дросселя Др с обратным клапаном. Манометр М1 в линии управления 12 фиксирует изменение давления при срабатывании пневмораспределителя КВВ.

Электросхема (рис. 11.1, б, в) включает электрическую кнопку S1 подачи напряжения на катушку 1Y1 пневмораспределителя 1.1 и тем самым подачу воздуха через КВВ в бесштоковую полость пневмоцилиндра 1.0, выдвижение штока, вызывающего срабатывание конечного выключателя 1S и запуск таймера, который имеет собственный встроенный источник питания.

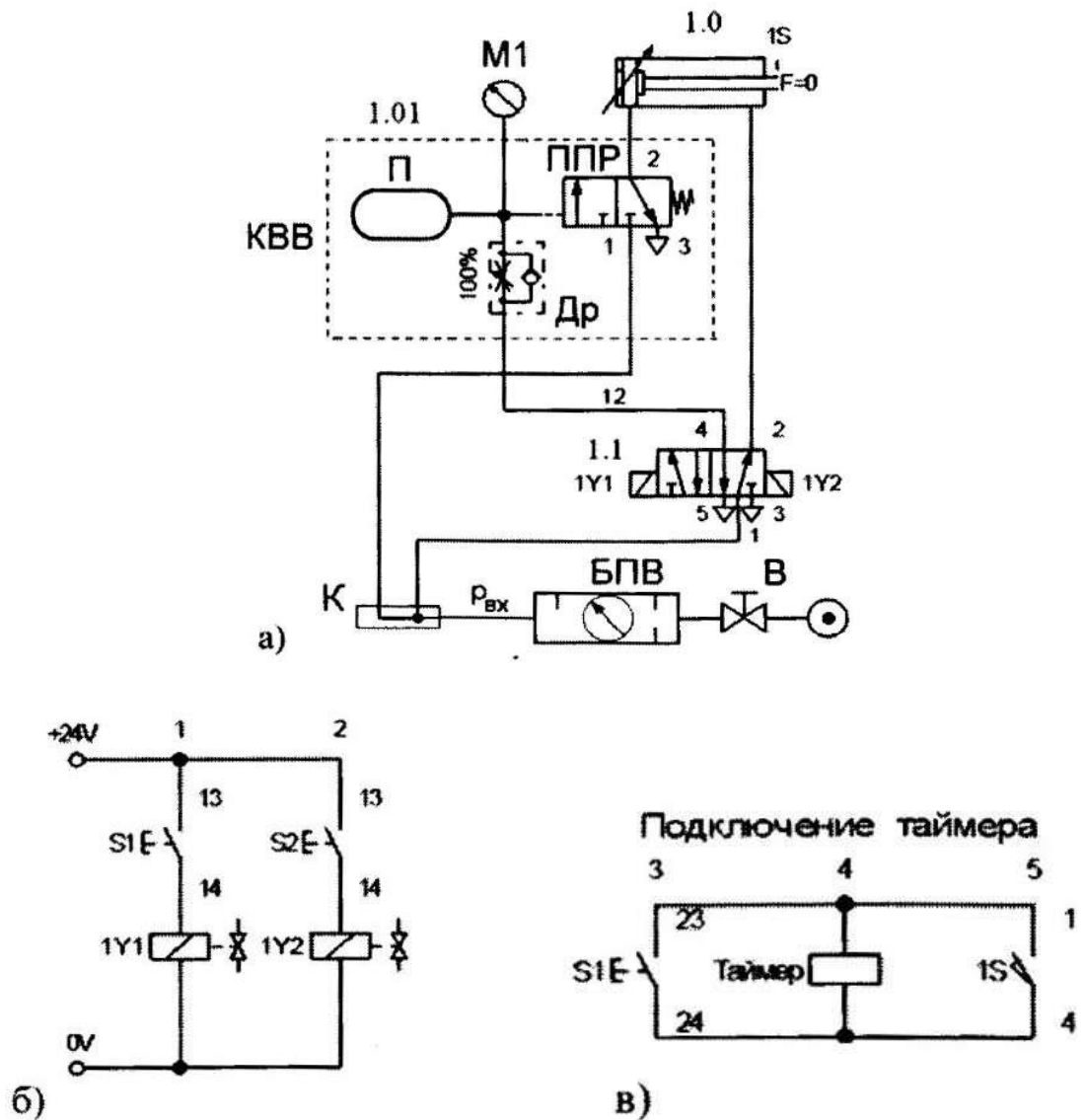


Рис. 11.1. Пневматическая (а) и электрические (б, в) схемы привода с реле времени

Электрическая кнопка S2 предназначена для запитывания катушки 1Y2, которая переключает пневмораспределитель 1.1, обеспечивая тем самым подачу воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра 1.0, возврат штока в исходное положение, выключение 1S и остановку таймера.

В исходном состоянии сжатый воздух через вентиль, БПВ, раздаточный коллектор К и соощенные друг с другом каналы 1 и 2 пневмораспределителя 1.1 поступает в штоковую полость пневмоцилиндра 1.0, обеспечивая втянутое положение его штока и неактивированное (выключенное) состояние конечного ключателя 1S.

Время срабатывания КВВ (время задержки t_3) зависит от времени наполнения t_n пневмоемкости П в его составе, которое, в свою очередь, зависит от условного прохода d регулируемого дросселя Др в линии управления, то есть от расхода воздуха.

Применяемое оборудование и инструмент

Универсальный стенд с БПВ, запорным вентилем системы питания и раздаточным элементом; цилиндр двустороннего действия; клапан выдержки времени пятилинейный двухпозиционный пневмораспределитель с двусторонним электромагнитным управлением; пневмораспределитель с

односторонним пневматическим управлением; манометр; пневматические соединительные шланги; блок питания на 24 В; блок электрических кнопок с контактами; электрические датчики конечных положений, электросекундомер (таймер); электрические соединительные провода с разъемами.

ПЭВМ с программным продуктом «Fluid SIM Pneumatic».

Последовательность выполнения работы

1. Ознакомиться с лабораторным стендом и, используя необходимые пневмо- и электроэлементы в его контейнерах, собрать принципиальную схему привода, представленную на рис. 11.1.

2. Установить на выходе БПВ давление $p_{ex} = 0,5$ МПа (5 бар).

3. Закрывать дроссель КВВ полностью, затем открыть, вывернув регулировочный винт на 0,5 оборота.

4. Нажать на электрическую кнопку S1, зафиксировать выдвижение штока, определить с помощью таймера время задержки $t_{3,экс}$, и занести результаты в табл. 11.1. Одновременно зафиксировать с помощью манометра M1 срабатывание пневмораспределителя в составе КВВ, что подтверждается падением давления в канале управления 12.

5. Нажать на электрическую кнопку S2; при этом шток пневмоцилиндра должен занять исходное положение (втянуться), а таймер отключиться.

6. Последовательно выворачивая регулировочный винт дросселя на четверть оборота (в диапазоне от 0,5 до 3,25 оборота), повторить действия п.п. 4 и 5. Результаты занести в табл. 11.1.

7. Рассчитать теоретическое время задержки срабатывания $t_{3,теор}$, равное времени наполнения пневмоемкости КВВ, определяемого с помощью выражения

$$t_H = -T_{\bar{r}} \ln \frac{P_i - P_f}{P_i}.$$

где $T_{\bar{r}}$ - постоянная времени аperiodического звена, определяемая выражением $T_{\bar{r}} = \frac{V}{RT\alpha}$ ($V = 0,0005$ м³ – объем пневмоемкости; $R = 287$ Дж/(кг·К) – универсальная газовая постоянная; $T = 293^{\circ}$ – температура в Кельвинах; α = пропускная способность входного дросселя выражается

уравнением $\alpha = \frac{\pi d^4 p_i}{128 \mu_{\bar{a}} l R T}$ (d – диаметр подводящего отверстия в пневмоемкость (условный диаметр дросселя), м; $\mu_{\bar{a}} = 17,2 \cdot 10^{-6}$ Н·с/м² – коэффициент динамической вязкости воздуха;

$l = 0,01$ – длина прохода подводящего дросселя, м.), p_m – давление в питающей магистрали; p_n – давление наполнения пневмоемкости).

Результаты занести в табл. 11.1 и сравнить их с экспериментальными значениями.

8. Повторить исследования по п.п. 3-7 при $p_{ex} = 0,4$ МПа (4 бар) и $p_{ex} = 0,3$ МПа (3 бар).

9. Построить графические зависимости времени задержки КВВ от числа оборотов дросселя, то есть $t_{3,экс}=f(n)$, или от диаметра условного прохода d дросселя, то есть $t_{3,экс}=f(d)$, $t_{3,теор}=f(d)$ при различных значениях давления p_{ex} .

11. Разработать (составить) для конкретной технологической задачи пневматическую и электрическую схемы управления пневмоприводом на основе пневмоцилиндра двустороннего действия, используя элементы на рис. 11.2, а в качестве аналогов – схемы на рис. 11.1.

Таблица 11.1

Давление $p_{ex} = 0,5$ МПа (5 бара)												
n	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0	3,25
d , м	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$2,2 \cdot 10^{-4}$	$2,3 \cdot 10^{-4}$	$2,4 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$
$t_{3,экс}$												
$t_{3,теор}$												
Давление $p_{ex} = 0,4$ МПа (4 бара)												
$t_{3,экс}$												
$t_{3,теор}$												
Давление $p_{ex} = 0,3$ МПа (3 бара)												
$t_{3,экс}$												
$t_{3,теор}$												

11. Промоделировать разработанную схему с помощью программного продукта «Fluid SIM Pneumatic».

12. Собрать на стенде принципиальную схему привода, предъявить её преподавателю и проверить ее работу на предмет соответствия поставленной технологической задаче.

13. Последовательно, с помощью регулировочного винта КВВ, установить, используя полученную в п. 7 графическую характеристику $t_{3,экс}=f(n)$, задержку времени t_3 , равную 16 с, 14 с, 12 с, 10 с, 8 с, 6 с, 4 с и сравнить её с текущими показаниями таймера, то есть с реальным временем срабатывания привода.

Технологическая задача

Для соединения (полуавтоматической сборки) деталей с использованием индукционного нагрева применяют электрический нагреватель. Время нагрева зависит от размерных параметров деталей и должно регулироваться. Детали подаются и убираются из зоны нагрева пневмоцилиндром двустороннего действия. Конечные положение штока пневмоцилиндра двустороннего действия подтверждаются электрическими конечными выключателями. Для управления пневмоцилиндром применяется пятилинейный двухпозиционный пневмораспределитель с пневматическим двусторонним управлением и памятью, пневматический клапан выдержки времени, пятилинейный двухпозиционный пневмораспределитель с электромагнитным двусторонним управлением и памятью. Запитывание осуществляется сжатым воздухом через стандартный БПВ и входной запорный вентиль.

Перечисленные выше пневмо- и электропневмоэлементы, входящие в состав схемы разрабатываемого пневмопривода показаны на рис. 11.2.

Для реализации технологической задачи, в том числе для выполнения п. 10, их необходимо соответствующим образом связать пневмолиниями.

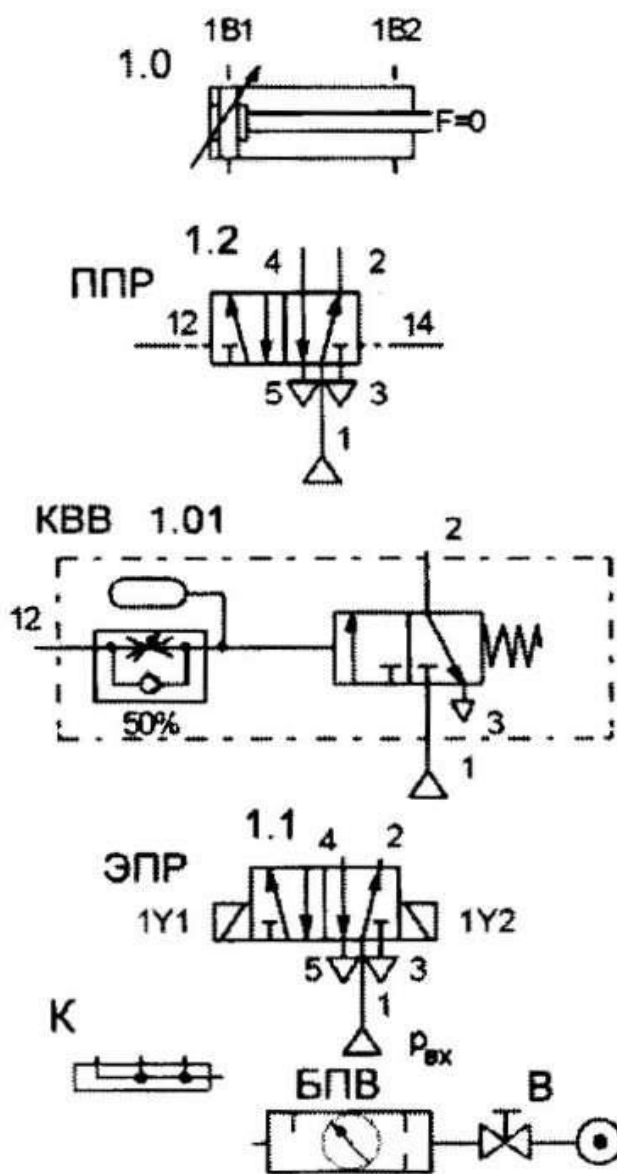


Рис. 11.2. Элементы пневматической схемы пневмопривода, разрабатываемого в рамках поставленной технологической задачи

Условия реализации

Шток пневмоцилиндра двустороннего действия 1.0 находится во втянутом положении. Активирован концевой выключатель 1B1, запитан электромагнит 1Y1 электропневмораспределителя ЭПР 1.1, и сжатый воздух из коллектора К через каналы ЭПР 1 и 2, канал управления 14 обеспечивает переключение ППР 1.2 и связь штоковой полости пневмоцилиндра 1.0 через каналы 1, 2 ППР 1.2 и коллектор К с БПВ.

Кратковременным нажатием на электрическую кнопку S1 включается таймер (условный нагреватель), и обеспечивается поступление электрического сигнала на катушку реле К1, которое с помощью своих контактов К 1.2 включает питание электромагнитной катушки 1Y1 пневмораспределителя 1.1, а с помощью блок-контакта К1.1, подключенного параллельно кнопке S1 в состоянии постоянного включения. Происходит подача пневматического сигнала через КВВ в канал управления 12 ППР 1.2, который, после некоторой задержки, переключается и подаст сжатый воздух в пневмоцилиндр. Шток пневмоцилиндра с соединенными деталями выдвигается из зоны нагрева. Время нагрева регулируется КВВ с задержкой сигнала управления по переднему фронту. При ми-

нимальном перемещении (выдвигении) штока с деталями размыкается электрический конечный выключатель 1В1 и останавливается таймер (выключается условный нагреватель). Шток цилиндра выдвигается, доходит до своего крайнего положения, замыкает электрический конечный выключатель 1В2, что подтверждает вывод собранных деталей в зону загрузки / выгрузки. Происходит загрузка новых деталей.

Обратный ход штока пневмоцилиндра выполняется после кратковременного нажатия на электрическую кнопку S2 и активированном состоянии конечного ключателя 1В2. Электрический сигнал подается на катушку 1У2 ЭПР 1.1, переключая его. Пневматический сигнал с ЭПР 1.1, как сигнал управления, поступает канал 14 ППР 1.2, который переключается. Шток пневмоцилиндра с новым комплектом собираемых деталей втягивается и занимает исходное положение в зоне нагрева. При нажатии на электрическую кнопку S1 цикл повторяется.

Содержание письменного индивидуального отчета по работе

1. Название, цель и содержание исследований.
2. Пневматические и электрические принципиальные схемы (рис.11.1).
3. Описание работы пневматической и электрической принципиальных схем.
4. Таблица с результатами экспериментов и расчетов теоретических зависимостей.
5. Графики зависимостей $t_{3.экс}=f(n)$, или. $t_{3.экс}=f(d)$, а также $t_{3.теор}=f(d)$,
6. Разработанные пневматическую и электрическую схемы для поставленной технологической задачи и результаты сравнения полученных параметров по п. 13 раздела «Последовательность выполнения работы».
7. Выводы по работе.

Вопросы для самоконтроля

1. Как организуется пневматическая временная задержка?
2. Как работает клапан выдержки времени?
3. Как осуществить задержку времени по переднему фронту сигнала управления?
4. Каково назначение дросселя с обратным клапаном в составе КВВ?
5. Как активируются герконные концевые выключатели, установленные снаружи корпуса пневмоцилиндра?

Лабораторная работа №12

РЕАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИХ СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПНЕВМОПРИВОДОМ НА БАЗЕ ЦИЛИНДРОВ ДВУСТОРОННЕГО ДЕЙСТВИЯ

Цель исследований: анализ принципиальных пневматической и электрической схем пневмопривода с двумя цилиндрами двустороннего действия.

Содержание исследований

1. Ознакомление с условными обозначениями и конструкцией пневмо- и электроэлементов, используемых для выполнения исследований.
2. Ознакомление с типовыми пневматическими и электрическими принципиальными схемами пневмопривода с двумя цилиндрами двустороннего действия.
3. Монтаж на универсальной доске лабораторного стенда принципиальной схемы пневмопривода с использованием необходимых пневмо- и электроэлементов, находящихся в контейнерах стенда.

4. Обработка на лабораторном стенде заданных перемещений исполнительных элементов пневмопривода.
5. Составление циклограммы работы привода.

Описание конструкции и принципа работы принципиальной схемы пневмопривода

В различных автоматизированных устройствах требуется обеспечить линейные (поступательные) перемещения двух рабочих органов в определенной последовательности.

В качестве линейных приводов используются пневмоцилиндры двустороннего действия. На рис. 12.1 представлена пневматическая схема, в которой крайние (конечные) положения штоков пневмоцилиндров 1.0 и 2.0 контролируются путевыми датчиками 1B1, 1B2, 2S1, 2S2, соответственно.

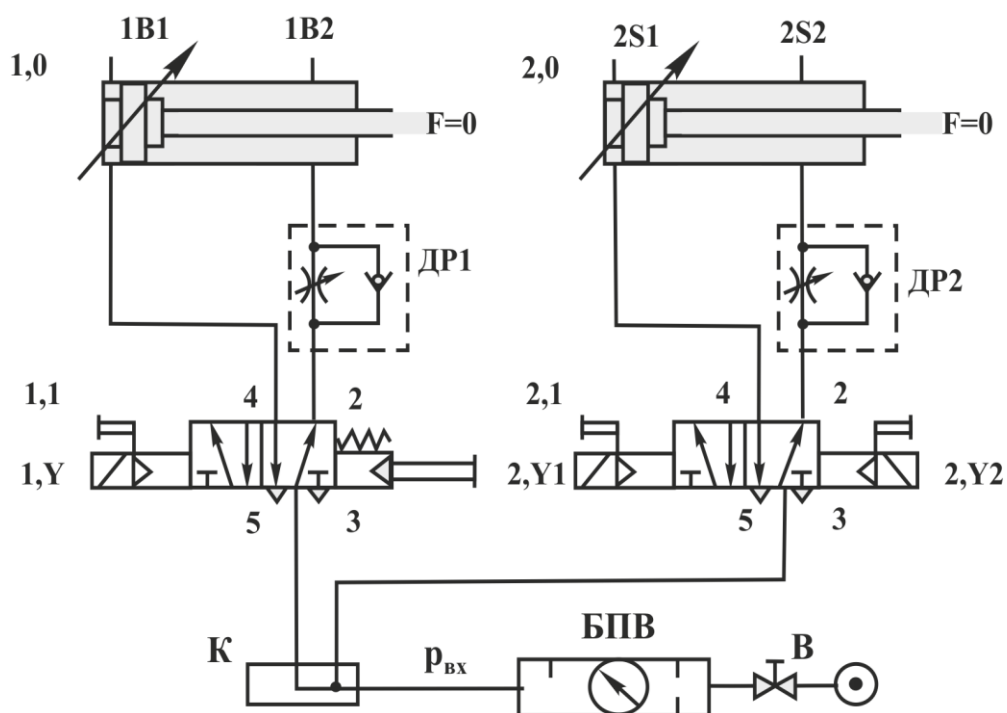


Рис. 12.1. Схема принципиальная пневматическая

Для управления пневмоцилиндрами двустороннего действия с регулируемым демпфированием в конце хода используются пятилинейный двухпозиционный пневмораспределитель с односторонним электромагнитным управлением 1.1 и пятилинейный двухпозиционный пневмораспределитель с двусторонним электромагнитным управлением 2.1. Пневмораспределитель с двусторонним управлением обладает свойством запоминания предыдущего поданного на него сигнала при его отключении.

Заданная последовательность перемещения штоков выполняется, когда оператор нажимает кнопку «СТАРТ» (рис. 12.2). Рабочий цикл содержит следующие шаги:

- шаг 1: шток пневмоцилиндра 1.0 выдвигается;
- шаг 2: шток пневмоцилиндра 2.0 выдвигается, а 1.0 - втягивается;
- шаг 3: шток пневмоцилиндра 2.0 втягивается.

Для повторения цикла следует снова нажать кнопку «СТАРТ».

При проектировании электрической принципиальной системы управления с применением электромагнитных реле целесообразно использовать системный подход. Начинать нужно с кнопки «СТАРТ» - S2, датчиков 2S1, 1B2, 1B1 и 2S2 (рис. 12.2). Кнопка S1 (токовая цепочка 1) находится

на стационарном блоке питания. Датчики 1B2, 1B1 - герконные. Вначале рассматриваются токовые цепочки 1, 2, 3, 4, 5, 6. В цепочки 1, 4, 6 включены катушки реле К1, К2, К3. Контакты К1.2 (23, 24) реле К1 установлены в цепочке 7 для управления катушкой 1Y, а контакты К1.1 (13, 14), предназначенные для самоудержания (блокировки) кнопки S2, установлены в токовой цепочке 2. Контакты К2.1 (13, 14) реле К2 установлены в цепочке 8 управления катушкой 2Y1 электромагнита пневмораспределителя 2.1. Контакты К3.1 (13, 14) реле К3 установлены в цепочке 9 управления катушкой 2Y2 электромагнита пневмораспределителя 2.1. Например, если сработает датчик 1B2 ток потечет через обмотку катушки реле К2 и соответствующие контакты переключатся.

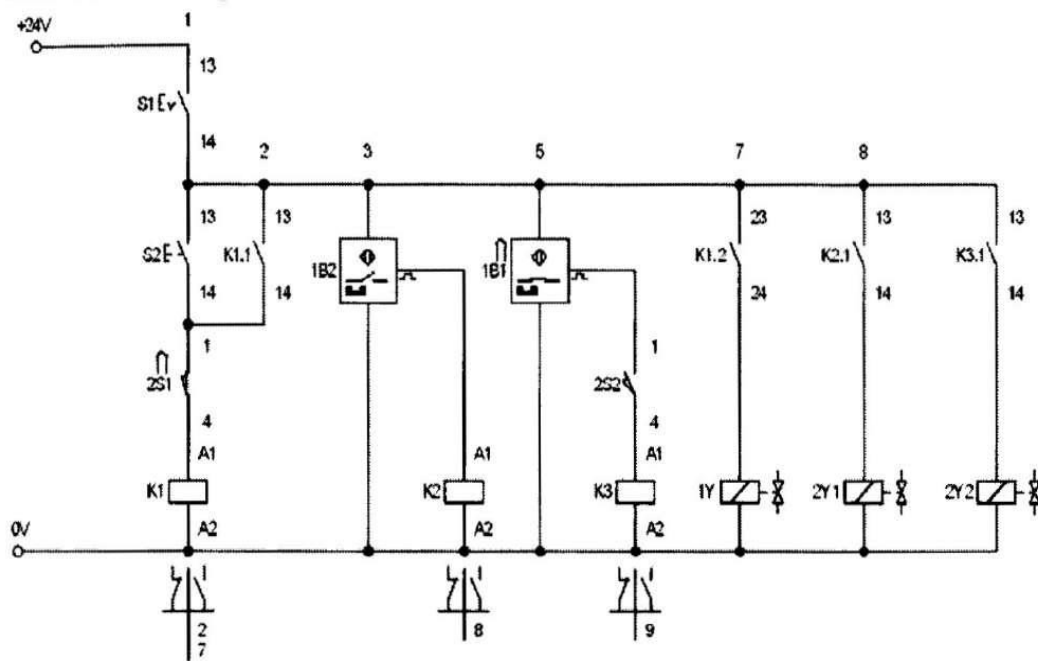


Рис. 12.2. Электрическая принципиальная схема управления двумя пневмоцилиндрами двустороннего действия

Собирать схему следует последовательно по токовым цепочкам: сначала первую, затем вторую и так далее до девятой цепочки, включая в каждую цепь между фазами 0 V до + 24 V все элементы, входящие в эту цепочку.

Перед началом выполнения автоматического цикла должны быть выполнены следующие условия:

- штوك пневмоцилиндра 1.0 должен быть втянут (датчик положения 1B1 включен);
- штук пневмоцилиндра 2.0 должен быть втянут (датчик положения 2S1 включен).

При нажатии кнопки S2 ток поступает на обмотку реле К1, которое своими контактами К 1.2 в токовой цепочке 7 включает электромагнит 1Y, шток пневмоцилиндра 1.0 достигнет крайнего выдвинутого положения, включится датчик 1B2. По его сигналу выполняется второй шаг цикла. Включается электромагнит 2Y1, и выдвигается шток пневмоцилиндра 2.0. Как только он сдвинется, разомкнётся контакт активированного датчика 2S1, и начинается третий шаг цикла. Отключается реле К1, обесточивается катушка электромагнита 1Y и шток пневмоцилиндра 1.0 втягивается. Когда шток пневмоцилиндра 2.0 достигнет крайнего выдвинутого положения, включится датчик 2S2. По его сигналу и после окончания третьего шага, когда замкнут контакт конечного выключателя 1B1, выполняется четвертый шаг. Включается электромагнит 2Y2 и шток пневмоцилиндра 2.0 втягивается. В конце обратного хода штока пневмоцилиндра 2.0 замыкаются контакты датчика 2S1.

На рис. 12.3 представлен произвольный пример построения диаграммы последовательности работы двух пневмоцилиндров двустороннего действия по сигналам датчиков конечных положений. Сигнал S1 - кнопка «СТАРТ».

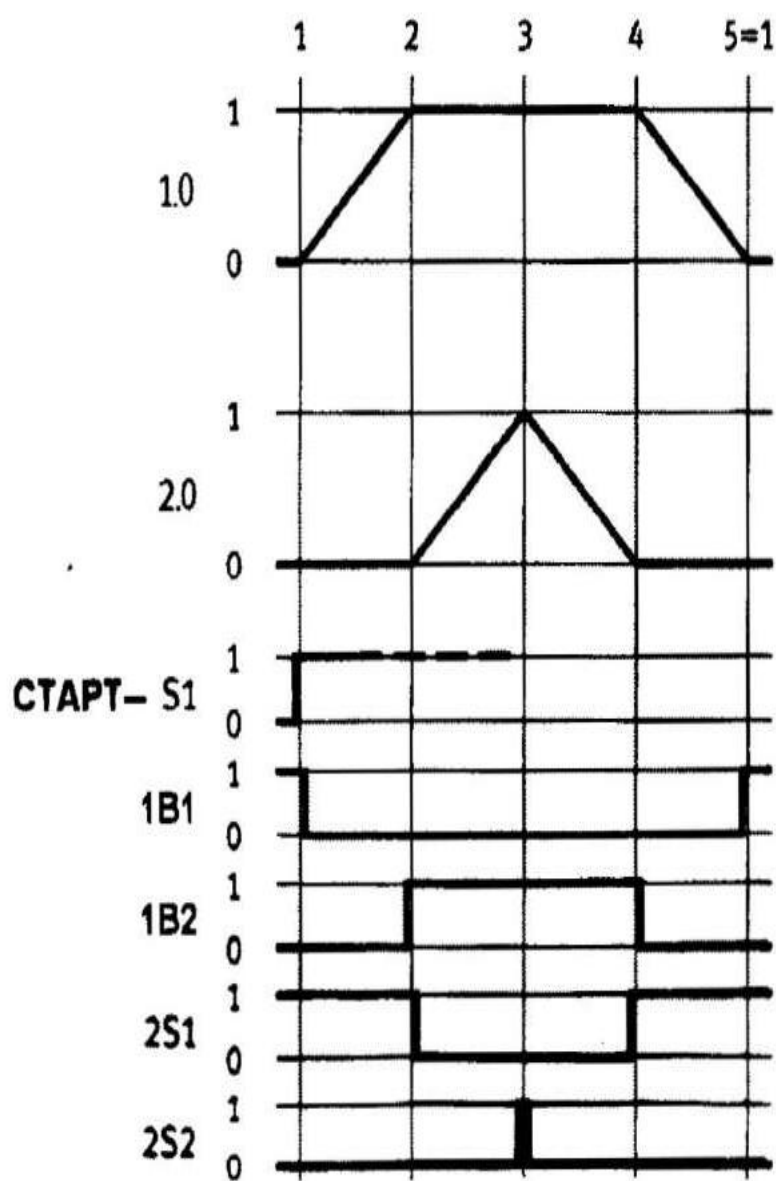


Рис. 12.3. Пример выполнения функциональной диаграммы (циклограммы):
0 – не активирован; 1 - активирован

Применяемое оборудование и инструмент

При выполнении работы используются: универсальный стенд с блоком подготовки воздуха, запорным вентилем системы питания и раздаточным элементом пневмоцилиндры одно- и двустороннего действия; пневмораспределители односторонним и двусторонним электромагнитным управлением; регулируемые дроссели; пневматические соединительные шланги; блок питания на 24 В; блок электрических кнопок с контактами; блок электромагнитных реле; электрические контактные датчики конечных положений; электрические бесконтактные датчики (герконы); электрические соединительные провода с разъемами.

Последовательность выполнения работы

Ознакомиться с принципиальной пневматической и электрической схемам управления двумя пневмоцилиндрами.

Собрать на стенде из пневмоэлементов принципиальную схему пневматической части привода (рис. 12.1).

Собрать на стенде из электроэлементов принципиальную схему электрической системы управления привода лабораторной установки (рис. 12.2).

Предъявить собранную лабораторную установку преподавателю, включить пневматическое и электрическое питание и снять циклограмму работы пневмоцилиндров (диаграмму перемещения по шагам), переведя их на работу в замедленном режиме, то есть с минимальной скоростью перемещения штоков, используя для этого регулируемые дроссели Др1 и Др2 на выходе из штоковых полостей.

Содержание письменного индивидуального отчета по работе

1. Название, цель и содержание исследований.
2. Пневматические и электрические принципиальные схемы.
3. Описание работы пневматической и электрической принципиальных схем.
4. Циклограмма (диаграмма) работы пневмопривода.
6. Выводы по работе.

Вопросы для самоконтроля

1. Какова последовательность этапов проектирования электрической систем управления двумя пневмоцилиндрами?
2. Какие типы датчиков применены в электрической схеме системы управления?
3. За счет чего в системе происходит запоминание сигналов управления последовательностью перемещений?
4. Сколько шагов перемещений штоков пневмоцилиндров отражает система управления?

Лабораторная работа №13

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ НА ШТОКАХ ПНЕВМОДВИГАТЕЛЕЙ И СКОРОСТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ШТОКОВ ПНЕВМОДВИГАТЕЛЕЙ

Цель работы: ознакомление с принципиальной пневматической схемой пневмопривода с одним исполнительным устройством – цилиндром одно- или двустороннего действия и определение зависимости скорости перемещения выходного звена от давления в рабочих полостях и площади проходных сечений дросселей, установленных в линиях питания рабочих полостей цилиндров.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить данное описание лабораторной работы.
2. Ознакомиться с пневматическими типовыми принципиальными схемами управления пневмоцилиндрами одно- и двустороннего действия.
3. Последовательно собрать на стенде системы управления цилиндрами одностороннего и двустороннего действия.
4. Снять экспериментальные зависимости скорости перемещения выходного звена приводов от давления питания и площади проходных сечений дросселей, выполнить расчеты усилий, развиваемых на выходном звене привода (на штоках пневмоцилиндров).

Описание конструкции и принципа работы лабораторного стенда

В составе стенда используются пневмоцилиндры одностороннего и двустороннего действия с малыми объемами рабочих полостей. Так как расход потребляемого воздуха небольшой, управляющие пневмораспределители могут иметь ручное управление от кнопок с пружинным возвратом. Блок подготовки воздуха (БПВ), запорный вентиль (В) системы питания сжатым воздухом и коллектор (К) установлены на лабораторном стенде постоянно.

Принципиальная схема прямого управления пневмоцилиндром одностороннего действия с использованием трехлинейного двухпозиционного пневмораспределителя приведена на рис. 13.1, а.

При нажатии на кнопку управляющего пневмораспределителя (ПР)1S сжатый воздух из канала питания P(1) подается к выходному каналу A(2) и, поступая в полость цилиндра 1A, вызывает перемещение его поршня и сжатие возвратной пружины. При отпускании кнопки возвратная пружина ПР приводит его в исходное состояние, при котором бесштоковая полость пневмоцилиндра сообщается посредством канала R(3) с атмосферой. Возвратная пружина пневмоцилиндра перемещает шток с поршнем в исходное положение.

Для управления пневмоцилиндрами большого диаметра или с большим потреблением сжатого воздуха применяются управляющие ПР с большим номинальным расходом.

Сила, необходимая для переключения такого пневмораспределителя вручную, может оказаться довольно большой. Поэтому в таких случаях используется не прямое (пилотное) управление. С помощью пневмораспределителя с небольшим номинальным расходом формируется сигнал в виде потока сжатого воздуха, создающего силу, достаточную для переключения управляющего пневмораспределителя (усилителя мощности).

Принципиальная схема пневмопривода с таким управлением представлена на рис. 13.1, б.

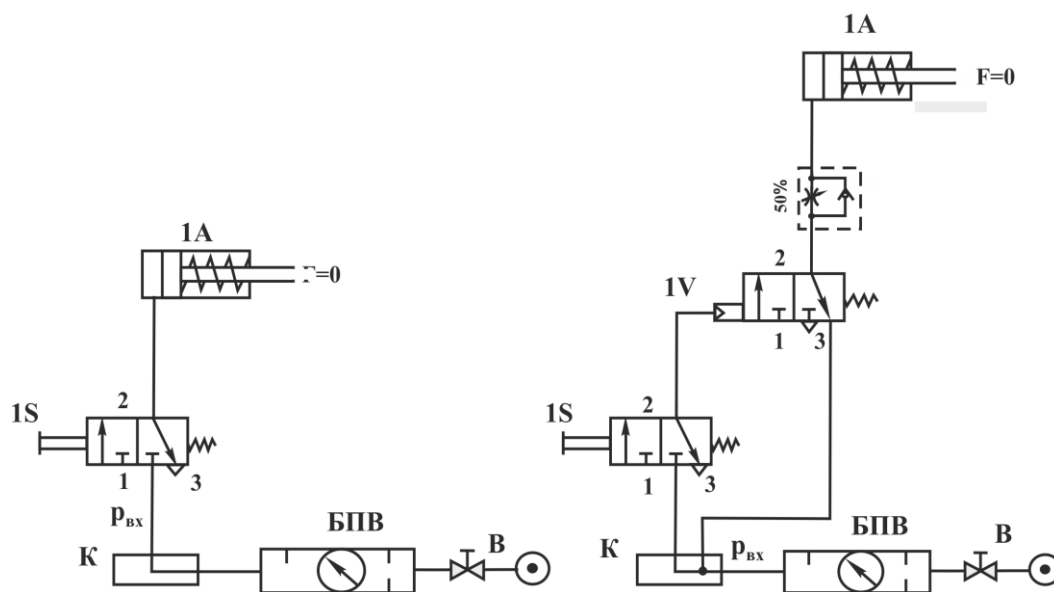


Рис. 13.1. Принципиальные схемы управления пневмоцилиндрами одностороннего действия с пружинным возвратом

В исходном положении шток пневмоцилиндра 1A втянут, пневмораспределитель 1V под действием возвратной пружины находится в выключенном (исходном) состоянии. Пилотный распределитель 1S с ручным кнопочным управлением под действием пружины также выключен и его выходной канал A(2) соединен с атмосферой через канал R(3). Сжатый воздух подается к каналам P(1) обоих ПР.

Работа привода осуществляется следующим образом: при нажатии на кнопку пневмораспределителя 1S сжатый воздух из канала питания P(1) поступает к выходному каналу A(2) и далее на управление пневмораспределителя 1V. Этим сигналом пневмораспределитель 1V переключается, преодолевая усилие сжатия пружины, в результате чего его канал питания P(1) соединяется с выходным каналом A(2), открывая проход воздуха в бесштоковую полость пневмоцилиндра, шток которого выдвигается. Пока сигнал на управляющем входе пневмораспределителя 1V будет присутствовать, шток пневмоцилиндра будет оставаться в выдвинутом положении. Это положение сохраняется, пока нажата кнопка пневмораспределителя 1S. Это и есть не прямое управление пневмоцилиндром от кнопки пилотного ПР.

Если кнопку пневмораспределителя 1S отпустить, возвратная пружина переключит пневмораспределитель в исходное положение, при котором его выходной канал A(2) соединится с атмосферой через канал R(3). Это приведет к отключению сигнала управления на пневмораспределителе 1V, который под действием пружины возвращается в исходное положение, при этом полость пневмоцилиндра 1A соединяется с атмосферой, а пружина пневмоцилиндра 1A возвращает поршень со штоком в исходное положение.

На рис. 13.2 представлена пневматическая схема управления пневмоцилиндром двустороннего действия с использованием дросселей на выходе.

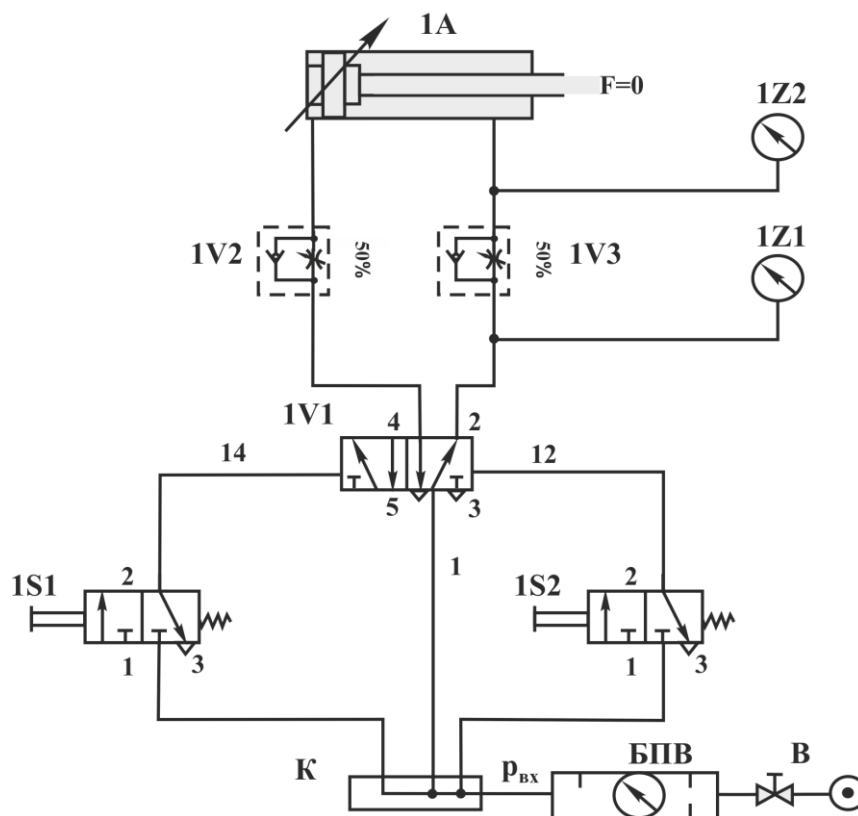


Рис. 13.2. Принципиальная схема управления пневмоцилиндром двустороннего действия с использованием дросселей на выходе

В исходном положении управляющий пневмораспределитель 1V1 переключен таким образом, что штоковая полость пневмоцилиндра 1A находится под давлением и поршень со штоком втянуты. При нажатии на кнопку пневмораспределителя 1S1 на его выходе A(2) появится сигнал в виде давления воздуха, который поступает на вход 14 пятилинейного двухпозиционного пневмораспределителя 1V1 с двухсторонним управлением (памятью), который переключается, соединяя

бесштоковую полость пневмоцилиндра 1А посредством канала А(4) с линией питания Р(1): шток пневмоцилиндра выдвигается.

Если подача воздуха в бесштоковую полость пневмоцилиндра осуществляется через дроссель с обратным клапаном 1V2 без сопротивления, так как обратный клапан открыт, то вытесняемый из штоковой полости воздух через дроссель 1V3 с обратным клапаном, который закрыт, дросселируется, то есть вытекает с сопротивлением. При этом скорость выдвижения штока пневмоцилиндра зависит от скорости истечения воздуха в атмосферу и может регулироваться. Если кнопку пневмораспределителя 1S1 отпустить, то положение пневмораспределителя 1V1 останется неизменным, так как он обладает свойством запоминания.

Если нажать кнопку пневмораспределителя 1S2, то в канале управления 12 пневмораспределителя 1V1 появится сигнал. ПР переключится, воздух поступит в штоковую полость пневмоцилиндра 1А и шток втягивается. Изменение скорости выхода воздуха из бесштоковой полости пневмоцилиндра осуществляется с помощью дросселя с обратным клапаном 1V2 (обратный клапан закрыт). При отпускании кнопки пневмораспределителя 1S2 положение пневмораспределителя 1V1 останется неизменным, благодаря свойству запоминания.

Обратные клапаны дросселей 1V1, 1V2 обеспечивают прохождение воздуха в одном направлении и перекрытие в другом. При перекрытии воздух проходит только через дроссель, а в обратном направлении - через клапан и дроссель. Дроссели регулируют объемный расход воздуха, подаваемого в полости пневмоцилиндра, и тем самым регулируют скорость движения поршня со штоком. Различные по объему расходы воздуха, вытесненного из бесштоковой и штоковой полостей цилиндра, устанавливаются независимо друг от друга, что позволяет настраивать требуемую скорость выдвижения и втягивания штока.

Для выполнения работы используются: универсальный стенд с блоком подготовки воздуха и запорным вентилем системы питания; раздаточный элемент (коллектор); пневмоцилиндр одностороннего действия; пневмоцилиндр двустороннего действия; трехлинейный двухпозиционный пневмораспределитель с ручным управлением; трехлинейный двухпозиционный пневмораспределитель с односторонним пневматическим управлением; пятилинейный двухпозиционный пневмораспределитель с двусторонним пневматическим управлением; дроссели; электросекундомер; пневматические соединительные шланги.

Параметры пневмоцилиндров: диаметры цилиндров $D = 20$ мм; ход поршня пневмоцилиндра одностороннего действия $L = 50$ мм; диаметр штока поршня $d=8$ мм; жесткость возвратной пружины $c = 0,2$ Н/мм; длина хода штока пневмоцилиндра двустороннего действия $L= 100$ мм.

Указания по проведению работы

Первый этап

5. Используя набор пневмоэлементов и принципиальную схему привода (рис. 13.1, а) собрать на универсальной доске стенда и подключить её через раздаточный элемент к блоку подготовки сжатого воздуха (БПВ). БПВ и раздаточный элемент установлены на универсальной доске стенда стационарно.

Открыть вентиль БПВ и подать сжатый воздух на лабораторный стенд. Установить давление сжатого воздуха 0,4 МПа (4 бара) и проконтролировать его по манометру в составе БПВ. Нажать на кнопку 1S и убедиться, что шток пневмоцилиндра одностороннего действия 1А выдвигается, а при ее отпускании возвращается в исходное положение. Закрыть вентиль.

Второй этап

6. Собрать принципиальную схему привода (рис 13.1, б) на универсальной доске и подключить её через раздаточный элемент к БПВ.

Открыть вентиль БПВ и подать сжатый воздух на лабораторный стенд. Нажать на кнопку 1S и убедиться, что шток пневмоцилиндра одностороннего действия 1А выдвигается, а при ее отпускании возвращается в исходное положение.

Установить на манометре БПВ давление 0,25 МПа (2,5 бара). Нажать на кнопку 1S и измерить время выдвижения штока пневмоцилиндра. Повторить измерения пять раз и полученные результаты записать в табл. 13.1.

Аналогичные измерения выполнить, устанавливая на манометре давления 0,3 МПа (3,0 бара); 0,35 МПа (3,5 бара) и 0,4 МПа (4,0 бара). Время выдвижения штока записать в табл. 13.1.

Таблица 13.1. Результаты измерений

Время, с	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_{cp}	Усилие на штоке F , Н
Давление МПа	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_{cp}	
$p_1=0,25$							
$p_2=0,3$							
$p_3=0,35$							
$p_4=0,4$							

7. Используя выражение $F = p \frac{\pi D^2}{4} - cX$, где F – усилие на штоке цилиндра, Н; p – давление в полости цилиндра, МПа; c – жесткость пружины, Н/м; X – перемещение поршня (ход) или величина сжатия пружины, м; рассчитать усилие F на штоке и скорость $v = L/t$ штоке пневмоцилиндра одностороннего действия при различных давления, указанных в пункте 6 и результаты занести в табл. 13.1.

Третий этап

8. Используя набор пневмоэлементов, собрать принципиальную схему привода (рис. 13.2) на универсальной доске стенда и подключить её через раздаточный элемент к БПВ.

9. Открыть вентиль БПВ и подать сжатый воздух на лабораторный стенд. Нажать на кнопку 1S1 и убедиться, что шток пневмоцилиндра двустороннего действия 1А выдвигается, а при ее отпускании не возвращается в исходное положение.

10. Нажать на кнопку 1S2 и убедиться, что шток пневмоцилиндра 1А втягивается, а при ее отпускании остается в исходном положении.

11. Установить давление 0,3 МПа (3 бара), дроссель 1V2 открыть полностью, а дроссель 1V3 полностью закрыть. Затем дроссель 1V3 открыть на один оборот, нажать кнопку 1S1, измерить время выдвижения штока пневмоцилиндра и давления $p_{1м}$ (манометр 1Z1) на входе дросселя, а $p_{2м}$ (манометр 1V2) после дросселя. Кнопку отпустить. Измерения повторить пять раз. Полученные результаты записать в табл. 13.2.

12. Нажатием на кнопку 1S2 вернуть шток пневмоцилиндра в исходное положение. Измерить время выдвижения штока пневмоцилиндра при открытии дросселя 1V3 на 2, 3, 4, 5 и 6 оборотов. Измерения повторить пять раз и результаты занести в табл. 13.2.

Таблица 13.2. Результаты измерений

Кол-во оборотов дросселя	Время, с	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_{cp}	Давление, МПа (бар)	
								$p_{1м}$	$p_{2м}$
$n = 1$									
$n = 2$									
$n = 3$									
$n = 4$									
$n = 5$									
$n = 6$									

Четвертый этап

13. Дроссель 1V3 открыть полностью, а дроссель 1V2 полностью закрыть. Дроссель 1V2 открыть на один оборот, нажать кнопку 1S2, измерить время втягивания штока пневмоцилиндра. Результаты записать в табл. 13.3, аналогичную табл. 13.2. Кнопку отпустить. Измерения повторить пять раз.

14. Нажатием на кнопку 1S1 вернуть шток пневмоцилиндра в положение «выдвинуто». Последовательно поворачивая регулировочный винт дросселя 1V2 на 2, 3, 4, 5 и 6 оборотов, измерить время втягивания штока пневмоцилиндра и результаты записать в таблицу 13.3.

15. Разобрать принципиальную схему привода и уложить элементы в контейнер.

Содержание письменного индивидуального отчета по работе

1. Название, цель и содержание исследований.
2. Пневматические принципиальные схемы.
3. Описание работы пневматических принципиальных схем.
4. Расчеты величины усилия на штоке пневмоцилиндра.
5. Таблицы с результатами экспериментов и расчетов.
6. Графические зависимости скорости v движения штока пневмоцилиндра при выдвигании и втягивании от числа n оборотов винта дросселя, то есть $V=f(n)$.
7. Графические зависимости скорости движения штока пневмоцилиндра от подаваемого в него давления $V=f(p)$ и усилия на штоке от давления $F=f(p)$.
8. Выводы и рекомендации.

Вопросы для самоконтроля

1. Как ведет себя шток цилиндра одностороннего (двустороннего) действия при подключении/отключении давления питания, подаваемого в рабочие полости?
2. Какие пневмоэлементы используются в составе принципиальных схем привода на базе пневмоцилиндров одно- и двустороннего действия?
3. Как обозначаются на принципиальной схеме пневмоцилиндры, пневмо распределители, пневмокнопки, дроссели? Охарактеризуйте их по условным обозначениям.
13. Почему в схемах управлением пневмоцилиндром одностороннего действия используются два пневмораспределителя, а двустороннего - три?
5. Как зависит скорость перемещения и усилие на штоке пневмоцилиндров от подаваемого в рабочие полости давления?
6. Почему в схеме управления пневмоцилиндром двустороннего действия используется пятилинейный двухпозиционный пневмораспределитель?
7. Как зависит скорость перемещения штока пневмоцилиндра от площади проходного сечения дросселя?

Лабораторная работа №14
**ИССЛЕДОВАНИЕ ПНЕВМОПРИВОДА С РЕГУЛИРОВАНИЕМ СКОРОСТИ
ВЫХОДНОГО ЗВЕНА В КОНЦЕ ХОДА**

Цель работы: ознакомление и исследование пневматического привода с регулированием скорости выходного звена в конце хода.

Общие сведения

Чтобы повысить с помощью пневматических приводов производительность машин и технологического оборудования в ряде случаев нужно повышать скорость срабатывания агрегатов. В частности, увеличивать скорость движения поршней пневмоцилиндров. Кроме того необходимо нередко обеспечивать какой-то заданный закон движения поршня. При этом возникают определённые проблемы при подходах поршня к крайним положениям и остановках его, так как даже при относительно малых скоростях вследствие удара его при остановке вызываются вибрации, шум, снижается долговечность оборудования. Особенно это всё возрастает при увеличении скоростей движения поршней. В этом случае рекомендуется применять различные способы торможения поршней в конце их хода, чтобы получить плавную остановку, и избежать негативных явлений [4].

Усложняются ещё эти явления и тем, что отдельные звенья совершают как прямое, так и обратное движения.

Наиболее приемлемым способом торможения поршня является изменение силы сопротивления движения F_c на выходе.

Можно осуществить плавную остановку поршня с помощью обычной пружины, установленной в опорожняемой полости цилиндра. Но при этом могут возникнуть ряд нежелательных явлений. Если жёсткость её будет больше необходимой, то поршень остановится до прихода в крайнее положение. После этого скорость его становится отрицательной, и он отходит назад, а затем опять продолжит движение вперёд и так далее. Это увеличит время цикла, вызовет колебательный процесс. Если же жёсткость пружины меньше необходимой, то она не сможет полностью погасить скорость поршня, и он придёт в крайнее положение с ударом. Таким образом обеспечение плавной остановки поршня будет в ряде случаев затруднительным, так как сложно согласовать выбор жёсткости пружины и изменяющихся в процессе работы параметров привода. Кроме того следует учитывать и долговечность работы пружины.

Кроме механического торможения (пружиной) можно этот процесс осуществлять созданием противодействия в выхлопной полости пневмоцилиндра:

- с помощью переключения распределительного механизма;
- использованием гидравлических устройств;
- подключением пневматических камер;
- использованием различных способов дросселирования воздуха и т.д.

Создание противодействия чаще всего осуществляется перекрытием проходного сечения выхлопного канала.

Это перекрытие можно осуществить с помощью внешнего тормозного устройства, например тормозного золотника, что показано на схеме (рис. 14,а), или внутреннего (рис. 14,б).

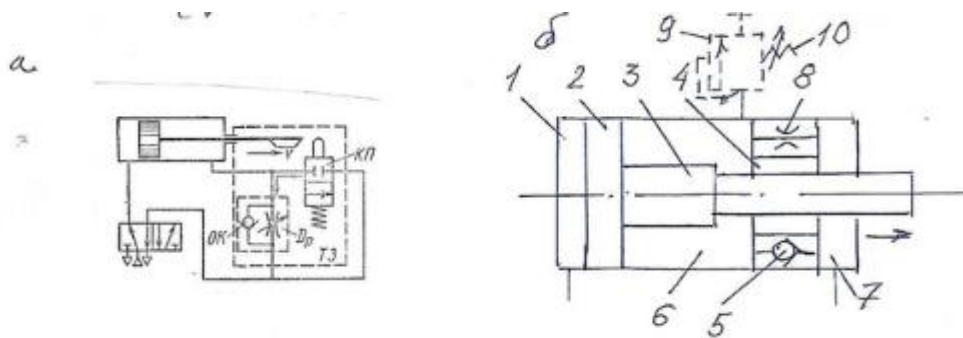


Рис. 14. Схемы пневмоприводов с внешним (а) и внутренним (б) тормозным устройством

В качестве внешнего тормозного устройства (рис. 14,а) можно использовать тормозной золотник (ТЗ), который объединяет конечный переключатель (КП), регулируемый дроссель (ДР) обратный клапан (ОК) (рис. 14,а). Когда кулачок установленный на штоке привода, набегаёт на толкатель КП и перемещает его вниз, КП закрывается, и для выхода воздуха из выхлопной полости в атмосферу остается только канал дросселя. При обратном ходе поршня воздух из магистрали направляется в полость через обратный клапан, чтобы длительность подготовительного периода не зависела от настройки дросселя.

При подаче сжатого воздуха в полость 1 пневмоцилиндра с внутренним тормозным пространством (рис. 14,б) поршень 2 перемещается вправо. Как только втулка 3 его начинает входить в цилиндрический канал 4 обратным клапаном 5 закрывается и сжимаемый воздух в полости 6 начинает выталкиваться в выхлопной канал 7 только через дроссель 8. В полости 6 образуется воздушная подушка ("пневматическая пружина"), которая создаёт силу сопротивления F_c движению поршня вправо и обеспечивает плавное торможение и безударную остановку поршня.

Иногда целесообразно внутреннее и внешнее тормозные устройства использовать совместно.

На рис. 14.2 показана схема пневмоцилиндра, торможение поршня в котором осуществляется образованием воздушной подушки с помощью двух обратных клапанов и дросселя.

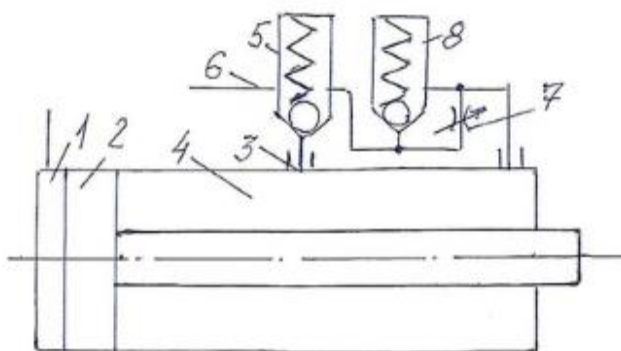


Рис. 14.2. Схема двухклапанного тормозного устройства

При подаче сжатого воздуха в полость 1, поршень 2 перемещается вправо и движется с заданной скоростью пока не перекроет отверстие 3 (их может быть несколько). До перекрытия воздух из полости выталкивается через обратный клапан 5 в магистраль 6.

После перекрытия отверстия 3 воздух из полости 4 выталкивается через регулируемый дроссель 7, поэтому воздух в полости 4 сжимается и образуется воздушная подушка. Чтобы отверстия оставались в этом случае ширина поршня увеличена. Для передвижения поршня влево воздух подаётся из магистрали 6 через обратный клапан 8 в полость 4.

Для поддержания давления в выхлопной полости на уровне, близком к давлению настройки можно добавить предохранительный клапан 9 (рис. 14,1,б), что показано штриховой линией. Пружину 10 предохранительного клапана 9 настраивают на давление, близкое к настраиваемому с помощью дросселя 7. Поэтому после срабатывания основного тормозного устройства (что описано выше) воздух в полости 6 оказывается запертым, давление его быстро увеличивается. Как только оно достигает уровня настройки предохранительного клапана, последний открывается и поддерживает давление в выхлопной полости 6 на уровне близком к давлению настройки.

Существует ещё ряд других способов получения воздушной подушки в конце хода поршня [4] (рис. 14.3). При использовании привода (рис. 14.3,а) в нейтральном положении обе полости цилиндра через распределитель соединяются с атмосферой. Дроссель на входной линии используется для регулирования темпа нарастания давления при разгоне, а дроссель на выхлопной линии регулируется интенсивность торможения. Порядок построения дросселей показан в работе [5].

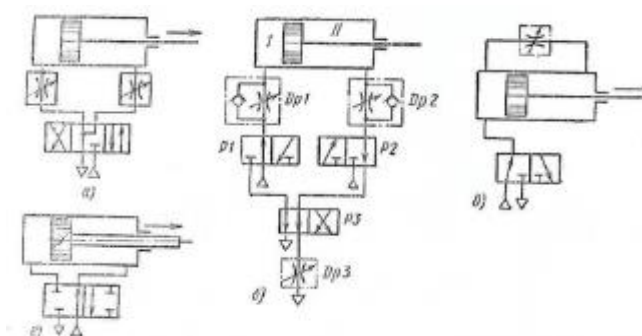


Рис. 14.3. Способы автоматического получения воздушной подушки в конце хода поршня:

- а - автоторможение; б - автоторможение с быстрым сбросом давления в полости наполнения после окончания движения поршня; в - сообщение полости противодействия с магистралью через рабочую полость; г - сообщение рабочей полости с магистралью через полость противодействия (для привода с дифференциальным поршнем)

При использовании способа, приведенного на рис. 14.3,б в период выдвижения штока распределитель P1 соединяет полость I пневмоцилиндра. С магистралью через регулируемый дроссель Др1. Когда поршень со штоком достигнет крайнего положения, то по сигналу от конечного переключателя (он не показан на схеме) срабатывает распределитель P1, который через распределитель P3 соединяет полость I с атмосферой. Аналогично осуществляется обратный ход. Таким образом осуществляется быстрое опорожнение рабочей полости по окончании хода поршня, а также в период его движения каждая рабочая полость сообщаются с магистралью через дроссель Др1 или Др2, а выхлопная – с атмосферой через дроссель Др3.

На рис. 14.3,в и рис. 14.3,г показаны два варианта пневмопривода, обеспечивающих плавную остановку поршня в конце хода. В этом случае рабочая полость соединяется с полостью противодействия через регулируемый дроссель. Так как дроссель не позволяет обеим полостям цилиндра наполняться с одинаковой интенсивностью, образуется переход давлений, и поршень движется вправо. Вначале это осуществляется без противодействия, но затем полость противодействия постепенно заполняется сжатым воздухом. В этой полости образуется воздушная подушка, останавливающая поршень.

При использовании другого варианта (рис. 14.3,г) для перемещения поршня вправо сжатый воздух из магистрали поступает в штоковую (правую) полость цилиндра и в канал К в поршне. Так как эффективная площадь поршня больше чем с левой, то в процессе заполнения полостей сжатым воздухом в некоторый момент времени появится результирующая сила, передвигающая поршень сначала с возрастающей скоростью. Затем по мере уменьшения правой полости создается воздушная подушка, которая остановит поршень.

Для возврата поршня в крайнее левое положение левая полость поршня соединяется с атмосферой с одновременным закрытием штоковой.

На рис. 14.4 показаны способы автоматического получения воздушной подушки в конце хода путем присоединения к выхлопной полости дополнительной проточной камеры V с регулируемыми дросселями (рис. 14.4,а) и с присоединением проточной камеры V через регулятор давления РД (рис. 14.4,б).

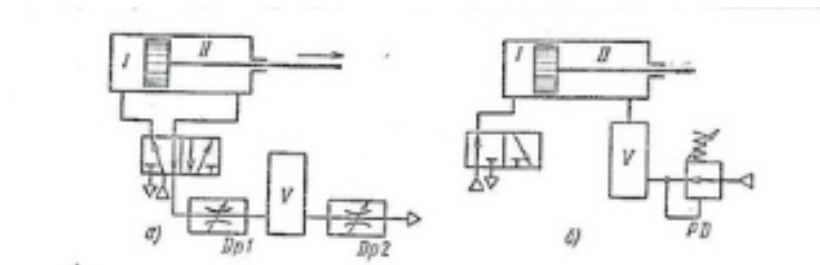


Рис. 14.4. Способы автоматического получения воздушной подушки в конце хода поршня путём присоединения к выхлопной полости дополнительной проточной полости с регулируемыми дросселями:

а - с выхлопом из проточной полости в атмосферу; б - с присоединением проточной полости в магистраль через регулятор давления.

По мере движения поршня вправо (рис. 14.4,а) воздух из полости II поступает в камеру V и одновременно через Др2 вытекает в атмосферу. Вначале количество воздуха, поступающего и вытекающего из камеры V одинаково. Затем будет больше поступать воздуха, чем выходить, что вызовет нарастание давления в правой полости цилиндра (настройка осуществляется дросселями).

В схеме рис. 14.4,б камера V соединяется с магистралью давления через регулятор давления РД и полостью II. При движении поршня вправо одновременно заполняется камера V и полость II. По мере приближения поршня к кратному положению, противодействие в полости II достигнет такой величины, что вызовет остановку поршня.

Порядок выполнения работы и оформления отчета

1. Привести в отчете принципиальную схему установки (рис. 14.5).

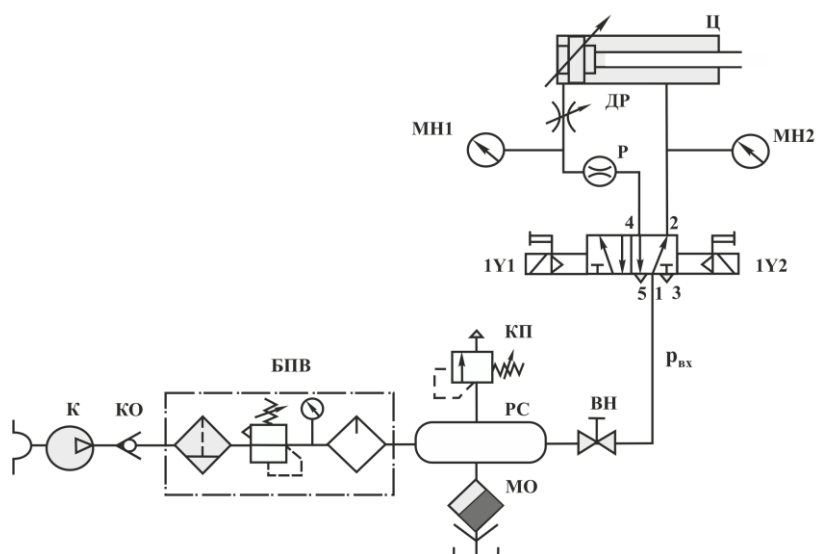


Рис. 14.5. Принципиальная схема установки

2. Кратко описать принцип действия ее.
3. Кратко описать назначение каждого устройства, обоснования места расположения этих узлов (по материалам, приведенным в данном учебном пособии).
4. Включить в работу установку:
 - при полностью открытом дросселе;
 - при полностью закрытом дросселе;
 - при частично закрытом дросселе.
5. По результатам такого испытания (п. 4) установить в каких случаях:
 - отсутствует торможение поршня в конце хода;
 - происходит торможение поршня в конце хода;
 - происходит отскок (обратное движение) поршня в конце хода.
6. Установить в промежуточное положение регулируемый дроссель в пневмоцилиндре и с помощью расходомера определяем скорость воздуха v_d в дросселе, а также одновременно зная ход L поршня определяем скорость v_n поршня.
7. Из уравнения неразрывности потока воздуха записываем

$$v_n S_n = v_d S_d,$$

определяем необходимое сечение дросселя

$$S_d = (v_n S_n) / v_d,$$

8. По полученным данным заполняем табл. 14.1.

Таблица 14.1

№ пп	L , м	t , с	v_n , м/с	S_n , м ²	v_d м/с	S_d , м ²

9. Построить график $v_n = f(S_d)$ и проанализировать его.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автоматизация в промышленности: Практикум. В 4 ч. Ч.1. Пневмоавтоматика и гидроавтоматика / Е.В.Пашков, В.П. Поливцев, М.П. Карпов и др.; под ред. Е.В. Пашкова. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2010. – 156 с.
2. Андреев А.Ф., Артемьев П.П., Бартош П.Р. и др. Гидропневмоавтоматика и гидропривод мобильных машин. Средства гидропневмоавтоматики. – Мн.: ВУЗ – ЮНИТИ БГПА – ИСН, 1998. – 224 с.
3. Кросер П. Учебный курс по технике управления, Пневматика TP101: учебное пособие / П. Кросер, Ф. Эбель. – Киев: Изд-во ДП «Фесто», 2002. – 225 с.
4. Герц Е.В., Крейнин Г.В. Расчет пневмоприводов. Справочное пособие. М.: машиностроение, 1975.– 272 с.
5. Кожевников С.Н., Пешат В.Ф. Гидравлический и пневматический приводы металлургических машин. М.: Машиностроение, 1973.– 360 с.