

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»
(УО «ВГТУ»)

**ГИДРО- И ПНЕВМОПРИВОД И
ГИДРО- И ПНЕВМОАВТОМАТИКА**

Методические указания к лабораторным работам
для студентов специальности
1-36 01 01 «Технология машиностроения»

Витебск

2014

УДК 621.6

Гидро- и пневмопривод и гидро- и пневмоавтоматика: методические указания к лабораторным работам для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения».

Витебск : Министерство образования Республики Беларусь, УО «ВГТУ», 2014.

Составители: доц. Угольников А. А.,
асс. Гусаров А. М.,
ст. преп. Климентьев А. Л.

В методических указаниях изложены содержание, методика выполнения и индивидуальные варианты заданий к лабораторным работам по курсу «Гидро- и пневмопривод и гидро- и пневмоавтоматика». Издание предназначено для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» всех форм обучения.

Одобрено кафедрой «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «ВГТУ» «6» ноября 2013 г., протокол № 5.

Рецензент: к.т.н., доц. Путеев Н. В.
Редактор: асс. Латушкин Д. Г.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ» «4» декабря 2013 г., протокол № 8.

Ответственный за выпуск: Герасимова О. С.

Учреждение образования

«Витебский государственный технологический университет»

Подписано к печати _____ Формат _____ Уч.-изд. лист. _____

Печать ризографическая. Тираж ___ экз. Заказ № _____

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет».

Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г.
210035, г. Витебск, Московский пр., 72.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1 ПРЯМОЕ И НЕПРЯМОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИМ ЦИЛИНДРОМ	4
Лабораторная работа № 2 ЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ "И" И "ИЛИ"	9
Лабораторная работа № 3 СХЕМА С ПАМЯТЬЮ И УПРАВЛЕНИЕ СКОРОСТЬЮ ЦИЛИНДРА.....	15
Лабораторная работа № 4 УПРАВЛЕНИЕ ПО ДАВЛЕНИЮ.....	20
Лабораторная работа № 5 КЛАПАН ВЫДЕРЖКИ ВРЕМЕНИ	23
Лабораторная работа № 6 ЦИКЛИЧЕСКИЕ ПНЕВМОСИСТЕМЫ	26
ЛИТЕРАТУРА	38
ПРИЛОЖЕНИЕ	39

Лабораторная работа № 1

ПРЯМОЕ И НЕПРЯМОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИМ ЦИЛИНДРОМ

Цель работы: изучение прямого и непрямого управления цилиндрами одностороннего и двустороннего действия и составление принципиальных схем системы.

1.1 Основные положения

Простейшим управлением цилиндрами одностороннего и двустороннего действия является прямое управление. При этом управление цилиндром осуществляется непосредственно (прямо) с помощью распределителя, приводимого в движение мускульной или механической силой без дополнительного усиления сигнала управления.

Ориентировочные границы применения прямого управления пневматическим цилиндром:

- цилиндр с диаметром поршня менее 40 мм,
- управляющий распределитель с условным проходом присоединительного канала менее 1/4".

Для управления цилиндрами большого диаметра или с большим потреблением сжатого воздуха применяются управляющие распределители с большим номинальным расходом. Сила, необходимая для переключения такого распределителя вручную, может оказаться довольно большой. Поэтому в таких случаях предпочтительно использовать не прямое (пилотное) управление. При этом с помощью второго распределителя небольших размеров формируется сигнал, который, управляя потоком воздуха, создает силу, достаточную для переключения управляющего распределителя (усилителя мощности). Непрямое управление используется также в тех случаях, когда:

- цилиндр должен двигаться с высокой скоростью,
- оператор значительно удален от цилиндра,
- предъявляются повышенные требования к быстродействию исполнительной подсистемы.

1.2 Пример прямого управления цилиндром одностороннего действия

Постановка задачи

Цилиндр одностороннего действия с диаметром поршня 25 мм при нажатии на пневмокнопку должен зажимать деталь. Пока кнопка удерживается в нажатом положении, шток цилиндра остается в крайнем выдвинутом положении. При отпускании кнопки деталь освобождается за счет отвода штока.

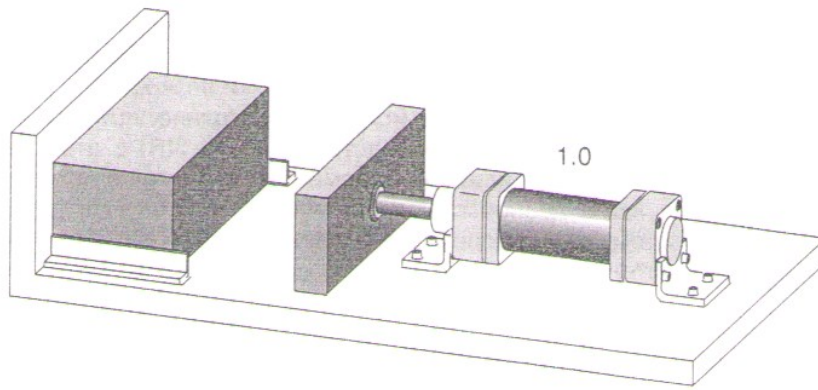


Рисунок 1.1 — Эскиз объекта управления

Решение

Для управления цилиндром одностороннего действия необходимо использовать 3/2-распределитель. В нашем случае объем полости цилиндра невелик и расход потребляемого им воздуха небольшой, поэтому распределитель может иметь ручное управление от кнопки с пружинным возвратом.

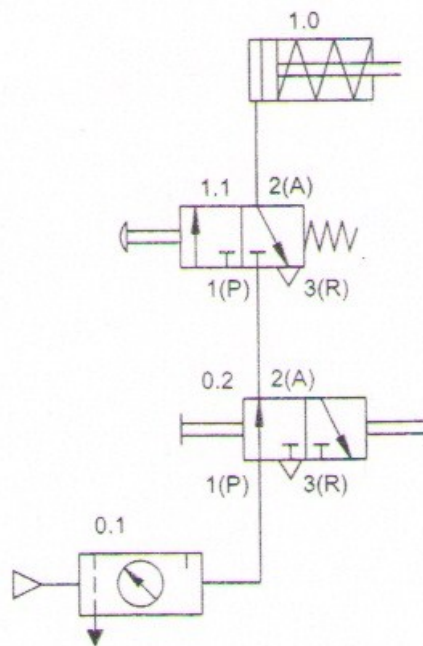


Рисунок 1.2 — Принципиальная схема системы

При нажатии на кнопку воздух проходит через управляющий распределитель 1.1 от канала питания 1(P) к выходному каналу 2(A) и, поступая в полость цилиндра 1.0, заставляет его поршень двигаться, преодолевая усилие пружины. При отпускании кнопки возвратная пружина распределителя приводит его в исходное состояние, при котором полость цилиндра сообщается посредством канала 3(R) с атмосферой. Возвратная пружина цилиндра перемещает его шток в исходное положение. Так как в

данной схеме исполнительный элемент представлен цилиндром, то он обозначается номером 1.0, а его управляющий распределитель — номером 1.1.

Примечание

На этой и последующей принципиальных схемах блок подготовки воздуха обозначается как элемент 0.1, а запорный вентиль системы питания сжатым воздухом — 0.2.

1.3 Задание для выполнения

Постановка задачи

Шток цилиндра двустороннего действия выдвигается при нажатии пневмокнопки. При отпускании кнопки шток втягивается. Цилиндр имеет небольшой диаметр поршня (25 мм) и при заданной скорости движения поршня расход воздуха является небольшим.

Составьте принципиальную схему системы. Обозначьте элементы схемы и пронумеруйте все присоединительные линии (каналы).

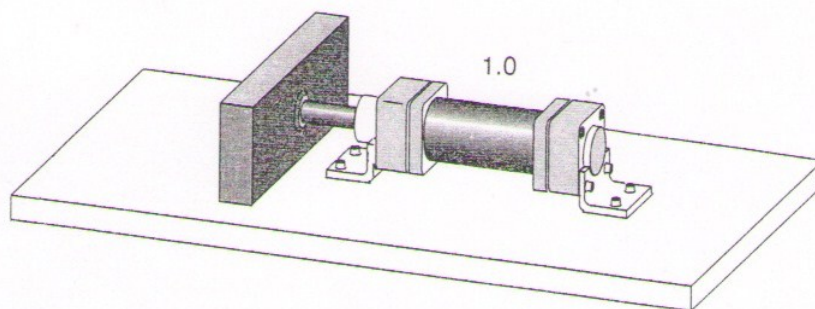


Рисунок 1.3 — Эскиз объекта управления

Контрольный вопрос

Как поведет себя шток цилиндра, если на короткое время нажать кнопку, а затем отпустить ее?

Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

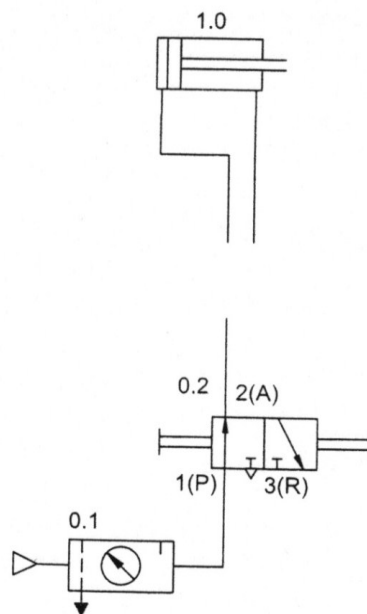


Рисунок 1.4 — Принципиальная схема системы

1.4 Пример непрямого управления цилиндром одностороннего действия

Постановка задачи

Шток цилиндра одностороннего действия с большим диаметром поршня при нажатии на кнопку должен зажать деталь. После отпускания кнопки шток цилиндра должен втянуться.

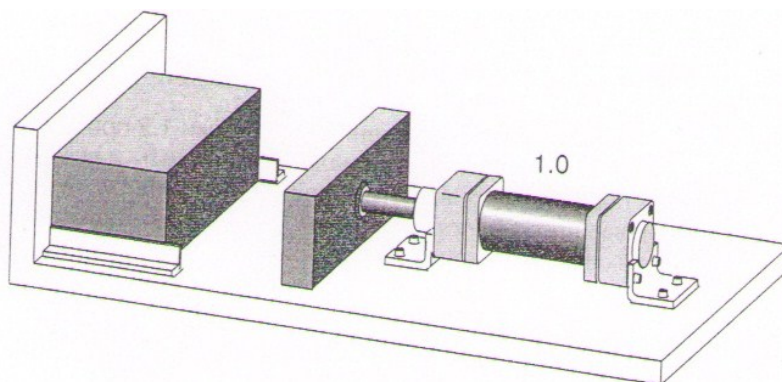


Рисунок 1.5 — Эскиз объекта управления

Решение

В исходном положении шток цилиндра 1.0 втянут, распределитель 1.1 под действием возвратной пружины находится в выключенном состоянии. Пилотный распределитель 1.2 с ручным управлением от кнопки под действием пружины также выключен, и его выходной канал 2(A) соединен с атмосферой. Питание сжатым воздухом подается к каналам 1(P) обоих элементов 1.1 и 1.2.

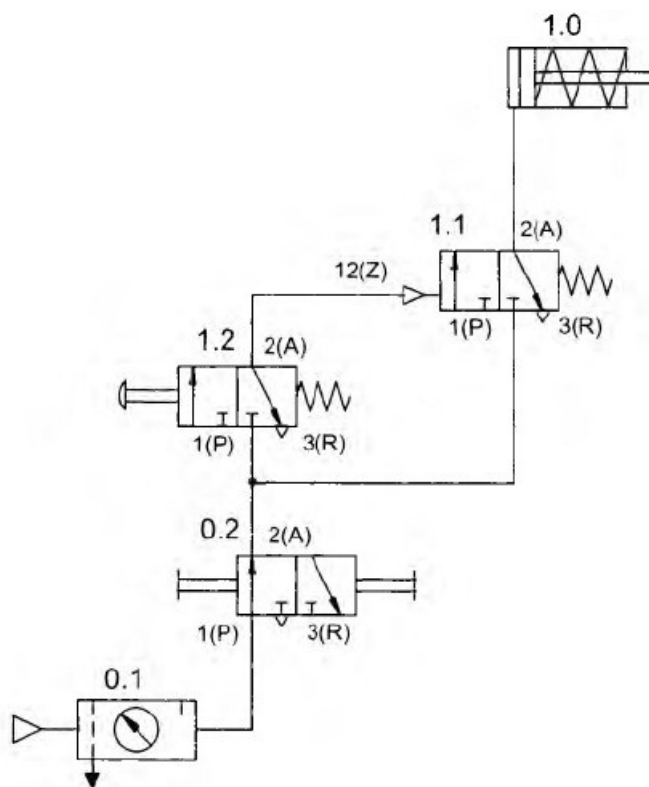


Рисунок 1.6 — Принципиальная схема системы

3/2-распределитель с ручным управлением от кнопки 1.2 при срабатывании открывает проход воздуху от канала питания 1(P) к выходному каналу 2(A), где появляется пневматический сигнал, поступающий на вход 12(Z) управляющего распределителя 1.1. Этим сигналом распределитель 1.1 переключается, преодолевая силу действия пружины, после чего канал питания 1(P) соединяется с выходным каналом 2(A), открывая проход воздуху в полость цилиндра. Поршень цилиндра начинает двигаться, шток выдвигается. Сигнал на управляющем входе 12(Z) распределителя 1.1 будет существовать, и шток цилиндра будет оставаться в выдвинутом положении до тех пор, пока будет нажата кнопка 1.2. Это и есть не прямое управление цилиндром от кнопки. Если кнопку отпустить, возвратная пружина переместит распределитель 1.2 в исходное положение, отсекая выходной канал 2(A) от питания и соединяя его с атмосферой через канал 3(R). Это приведет к исчезновению сигнала управления на распределителе 1.1, который под действием пружины возвращается в исходное положение, соединяя полость цилиндра с атмосферой. При этом пружина цилиндра 1.0 перемещает поршень со штоком в исходное положение.

1.5 Задание для выполнения

Постановка задачи

Шток цилиндра двустороннего действия должен выдвигаться при нажатии на кнопку и втягиваться после ее отпускания. Цилиндр имеет диаметр поршня 250 мм и потребляет большой расход воздуха.

Составьте и нарисуйте принципиальную схему системы. Обозначьте элементы и все их присоединительные линии (каналы).

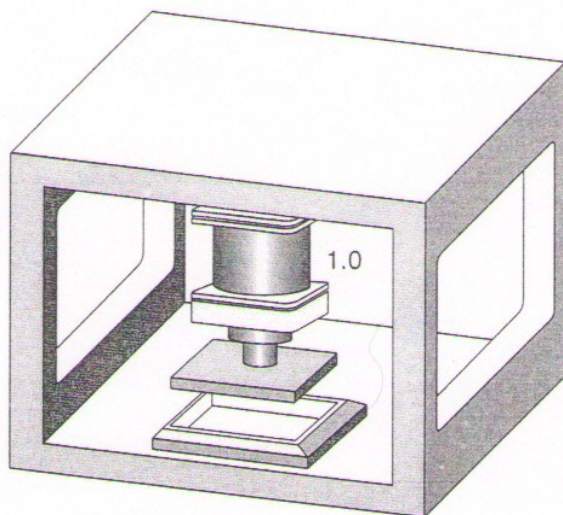


Рисунок 1.7 — Эскиз объекта управления

Контрольный вопрос

Как поведет себя шток цилиндра, если на короткое время нажать кнопку, а затем отпустить ее?

Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

Лабораторная работа № 2 ЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ "И" И "ИЛИ"

Цель работы: изучение логических пневмоклапанов и составление принципиальных схем системы с их применением.

2.1 Основные положения

С помощью пневматического перекидного клапана и клапана двух давлений можно реализовать логические функции. Оба элемента имеют два входа и один выход. Выход перекидного клапана ("ИЛИ" — элемента) включается в том случае, если имеется, как минимум, один входной сигнал на его входах (X ИЛИ Y). Выход клапана двух давлений ("И" — элемента) включается в том случае, если имеются входные сигналы на обоих входах (X и Y). Логические элементы в пневматической системе выполняют роль процессоров.

2.2 Пример применения пневматического клапана двух давлений ("И"-функция)

Постановка задачи

Шток цилиндра двустороннего действия должен выдвигаться при срабатывании 3/2-распределителя 1.4, управляемого от рычага с роликом (роликового рычага), и при нажатии на кнопку 3/2-распределителя 1.2. Цилиндр должен вернуться в исходное состояние, если отпущены рычаг с роликом или кнопка.

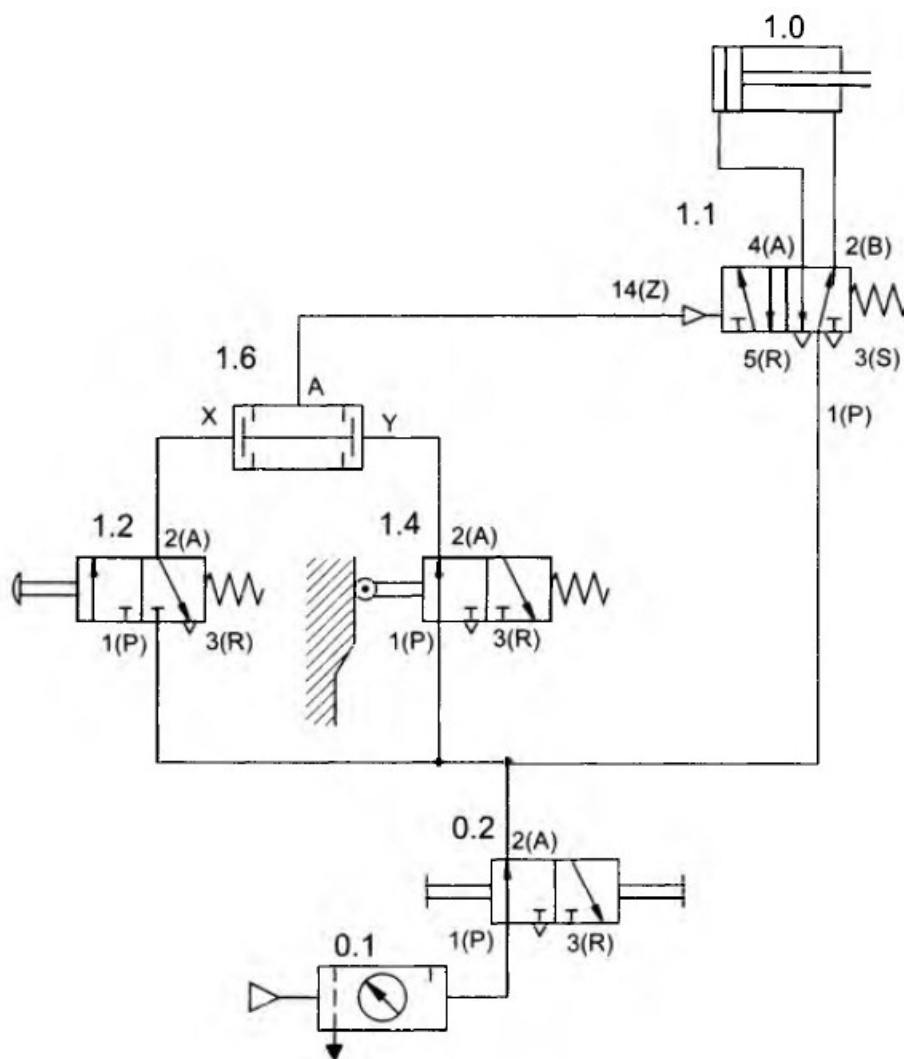


Рисунок 2.1 — Принципиальная схема системы

Решение

Входы X и Y клапана двух давлений 1.6 соединены с выходными каналами 2(A) распределителей 1.2 и 1.4. 3/2-распределитель 1.4 с управлением от рычага с роликом приводится в движение с помощью наконечника детали, создавая при этом сигнал на входе клапана двух давлений. Так как только на одном входе имеется сигнал управления, то "И"-условие не является выполненным и на выходе клапана двух давлений сигнал отсутствует. Если

теперь нажать кнопку 3/2-распределителя 1.2, то на второй вход поступит сигнал, выполнится логическое "И"-условие и появится сигнал на выходе клапана двух давлений. 5/2-распределитель с пневматическим управлением переключится, сжатый воздух поступит в поршневую полость цилиндра и шток выдвинется. Если один из двух распределителей 1.2 или 1.4 выключается, то в этом случае "И"-условие не выполняется и, на выходе клапана двух давлений сигнал снимается. Канал управления 14(Z) управляющего распределителя 1.1 соединяется через выключившиеся распределители 1.2 или 1.4 с атмосферой. Управляющий распределитель 1.1 переключается в исходное состояние. Давление питания поступает в штоковую полость, обеспечивая втягивание штока. В качестве альтернативы клапану двух давлений для реализации "И"-операции может применяться последовательное соединение двух 3/2-распределителей. Сигнал управления проходит через распределитель 1.2 с кнопочным управлением и распределитель 1.4 с рычагом к управляющему распределителю 1.1. Распределитель 1.1 переключается только тогда, когда выполняется логическое условие "И", т. е. если сигнал управления воздействует на оба распределителя 1.2 и 1.4. При снятии сигнала управления с одного из двух распределителей 1.2 или 1.4 сигнал управления на распределителе 1.1 снимается и шток втягивается.

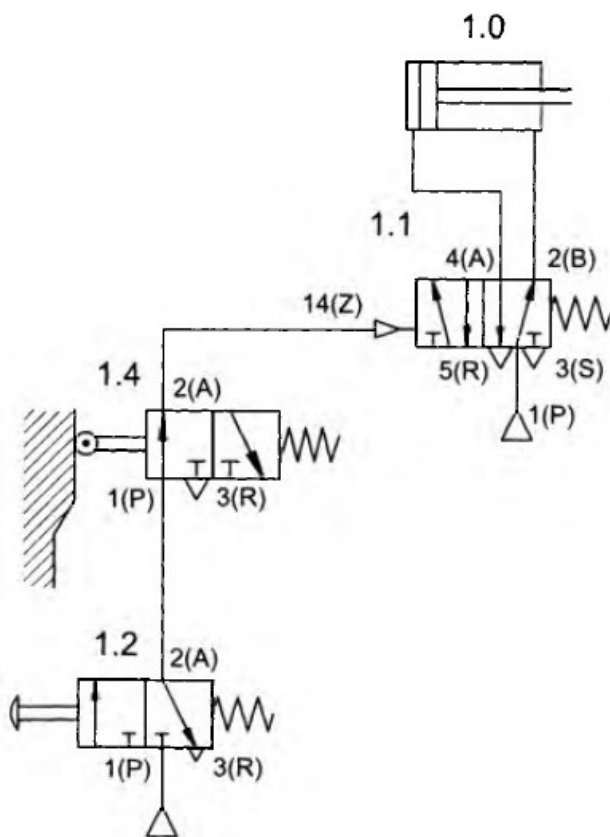


Рисунок 2.2 — Принципиальная схема системы

2.3 Задание для выполнения

Постановка задачи

Шток поршня цилиндра 1.1 должен выдвигаться только в том случае, если деталь установлена на станке, защитная сетка опущена и оператором нажата кнопка распределителя. После отпускания кнопки распределителя или смещения защитной сетки из ее нижнего положения поршень цилиндра 1.0 должен вернуться в свое исходное положение.

Составьте и нарисуйте принципиальную схему. Обозначьте распределители и пронумеруйте их присоединительные линии (каналы).

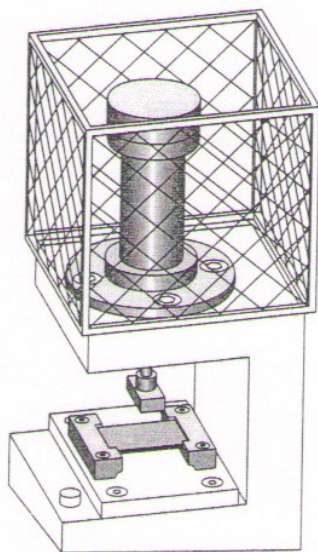


Рисунок 2.3 — Эскиз объекта управления

Контрольный вопрос

Как поведет себя шток цилиндра, если на короткое время нажать кнопку, а затем отпустить ее?

Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

2.4 Пример применения перекидного пневматического клапана ("ИЛИ"-функция)

Постановка задачи

Шток цилиндра двустороннего действия должен выдвигаться при нажатии одной или одновременно двух кнопок. При отпускании обеих кнопок шток цилиндра должен занять свое исходное положение.

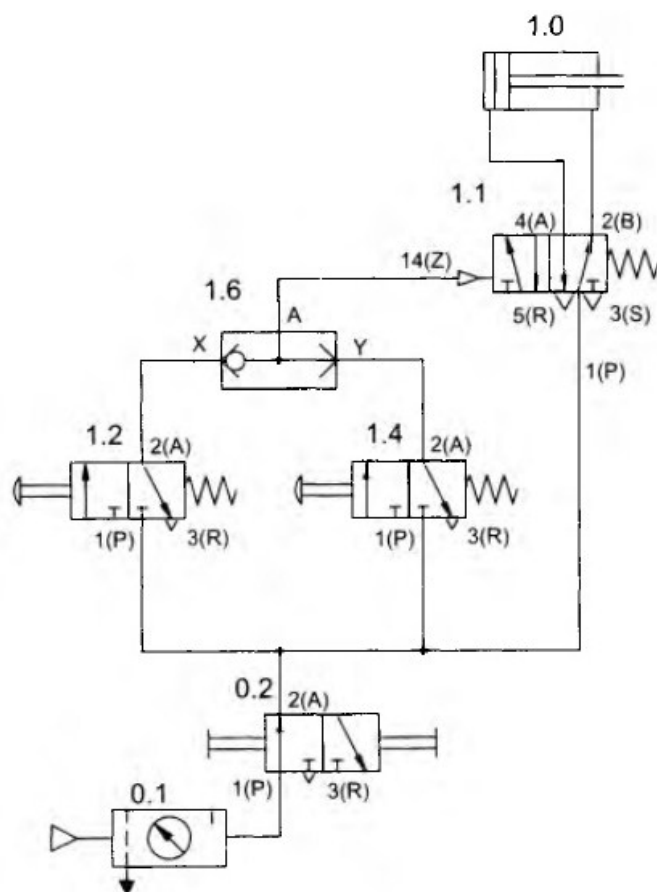


Рисунок 2.4 — Принципиальная схема системы

Решение

Выходы обоих 3/2-распределителей 1.2 и 1.4 с управлением от кнопок подсоединены ко входам X и Y перекидного клапана 1.6 (клапана "ИЛИ"). При нажатии одной из кнопок на вход X или Y клапана "ИЛИ" поступает сигнал. Условие "ИЛИ" является выполненным, и поэтому на выходе А клапана "ИЛИ" появляется сигнал. Снятие сигнала давления через канал выхлопа 3/2-распределителя, не находящегося под действием сигнала управления, предотвращает запираение трубопроводов перекидного клапана 1.6. Далее сигнал поступает на вход 14(Z) управляющего распределителя 1.1, что вызывает его переключение. Воздух под давлением поступает в поршневую полость цилиндра 1.0, и шток цилиндра выдвигается. При нажатии обеих кнопок на выходе А перекидного клапана также появляется сигнал. Если же отпустить обе кнопки, то сигналы на выходах X и Y исчезнут и перекидной клапан соединит вход управления 14(Z) с атмосферой через выхлопное отверстие одного из 3/2-распределителей. Возвратная пружина переключит распределитель 1.1 в исходное положение, при котором сжатый воздух по каналу 2(B) подается в штоковую полость цилиндра, а из поршневой полости по каналу 4(A) сбрасывается в атмосферу. Шток цилиндра втягивается.

2.5 Задание для выполнения

Постановка задачи

Для подачи деталей из магазина используется цилиндр двустороннего действия. Шток поршня цилиндра выдвигается полностью при нажатии на кнопку или на ножную педаль. При достижении крайнего выдвинутого положения шток должен начать втягиваться. Для опроса конечного положения должен использоваться 3/2-распределитель с управлением от рычага с роликом. Для управления цилиндром должен использоваться распределитель с двусторонним пневматическим управлением, обладающий свойством запоминания сигнала.

Составьте и нарисуйте принципиальную пневматическую схему системы. Обозначьте элемент и пронумеруйте все их присоединительные линии (каналы).

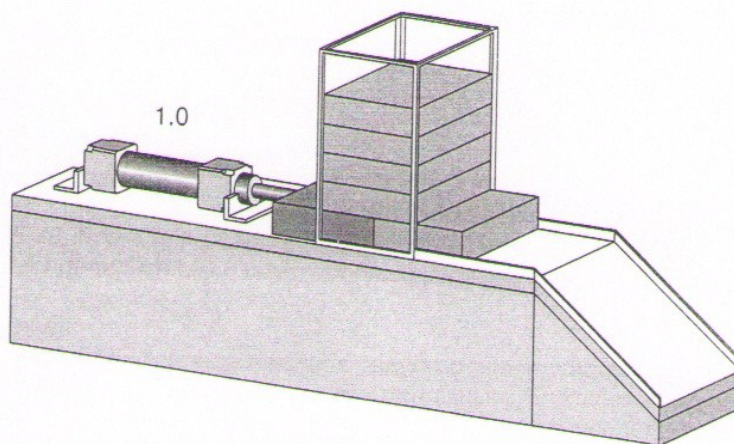


Рисунок 2.5 — Эскиз объекта управления

Контрольный вопрос

Как поведет себя шток цилиндра, если на короткое время нажать кнопку или педаль, а затем отпустить?

Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему. Обозначьте элемент и пронумеруйте все их присоединительные линии (каналы).

2.6 Задание для выполнения

Постановка задачи

Шток цилиндра двустороннего действия должен выдвигаться при нахождении в крайнем втянутом положении и при нажатии одной или одновременно двух кнопок. При достижении крайнего выдвинутого положения шток должен начать втягиваться.

Для управления цилиндром должен использоваться распределитель с двусторонним пневматическим управлением, обладающий свойством

запоминания сигнала. Для опроса конечных положений штока должен использоваться 3/2-распределитель с управлением от рычага с роликом.

Составьте и нарисуйте принципиальную схему. Обозначьте распределители и пронумеруйте их присоединительные линии (каналы).

Лабораторная работа № 3

СХЕМА С ПАМЯТЬЮ И УПРАВЛЕНИЕ СКОРОСТЬЮ ЦИЛИНДРА

Цель работы: изучение бистабильных пневмораспределителей, пневмоэлементов для управления скоростями движения выходных звеньев исполнительных механизмов и составление принципиальных схем системы с их применением.

3.1 Основные положения

Двухпозиционные пневмораспределители, которые после снятия управляющего внешнего воздействия остаются в позиции, определяемой этим воздействием, называют бистабильными (с памятью позиции последнего переключения). Возврат их в исходную позицию осуществляется после подачи противоположного по значению управляющего сигнала.

Расход сжатого воздуха в пневмоприводах обычно регулируют с целью управления скоростями движения входных звеньев исполнительных механизмов. К примеру, чем больше расход воздуха, поступающего в пневмоцилиндр, тем выше скорость перемещения штока. Простейшим пневматическим элементом, позволяющим регулировать расход воздуха, является дроссель. Дроссель представляет собой устройство, обеспечивающее существенное уменьшение площади проходного сечения канала, по которому движется сжатый воздух. Установка дросселя в пневмолинии приводит к возникновению дополнительного местного сопротивления движению потока воздуха, что и обуславливает снижение расхода.

На первый взгляд, можно сделать однозначный вывод о том, что исполнительный механизм будет двигаться с максимально возможной скоростью, если в его выхлопной магистрали отсутствуют дросселирующие устройства. Таким образом, максимально возможную скорость исполнительный механизм разовьет лишь в том случае, если сброс воздуха в атмосферу будет осуществляться непосредственно за его рабочей полостью. Реализовать этот вариант можно путем применения клапана быстрого выхлопа, который, с одной стороны, свободно пропускает сжатый воздух к исполнительному механизму, а с другой — сбрасывает отработавший воздух непосредственно в атмосферу.

3.2 Пример схемы с памятью и управление скоростью цилиндра

Постановка задачи

Шток цилиндра двустороннего действия должен выдвигаться при срабатывании 3/2-распределителя с управлением от кнопки. Шток цилиндра должен оставаться в крайнем выдвинутом положении до тех пор, пока не будет нажата вторая кнопка и отпущена первая. После этого шток возвращается в исходное положение и остается в нем до тех пор, пока не поступит новый стартовый сигнал. Скорости поршня в обоих направлениях должны регулироваться независимо друг от друга.

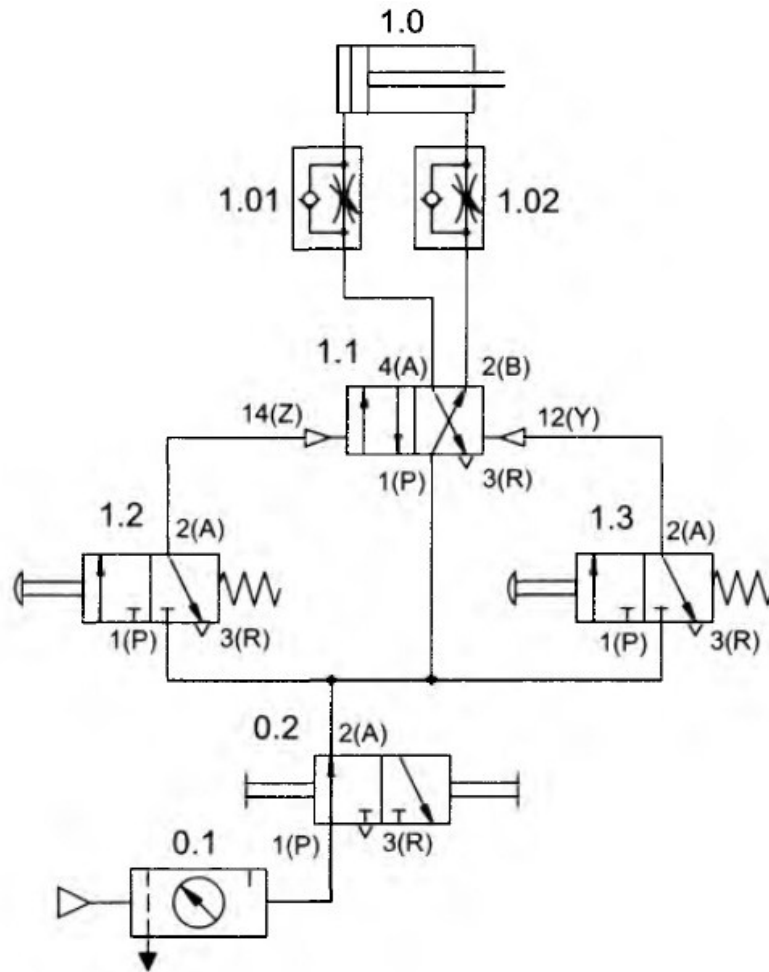


Рисунок 3.1 — Принципиальная схема системы, оснащенной 4/2-распределителем с двусторонним управлением

Решение

4/2- или 5/2-распределитель с двусторонним управлением имеет свойство памяти и называется бистабильным. Бистабильный распределитель остается в положении, соответствующем последнему поступившему сигналу до тех пор, пока не поступит сигнал, который изменит его положение на противоположное. Поэтому сигналы управления, поступающие на распределители с памятью, могут быть кратковременными. Для регулирования скорости движения поршня

цилиндра в обоих направлениях используются дроссели с обратным клапаном. Так как в данном случае дросселируется вытесняемый из полости цилиндра воздух, то здесь речь идет о процессе дросселирования в магистрали сброса.

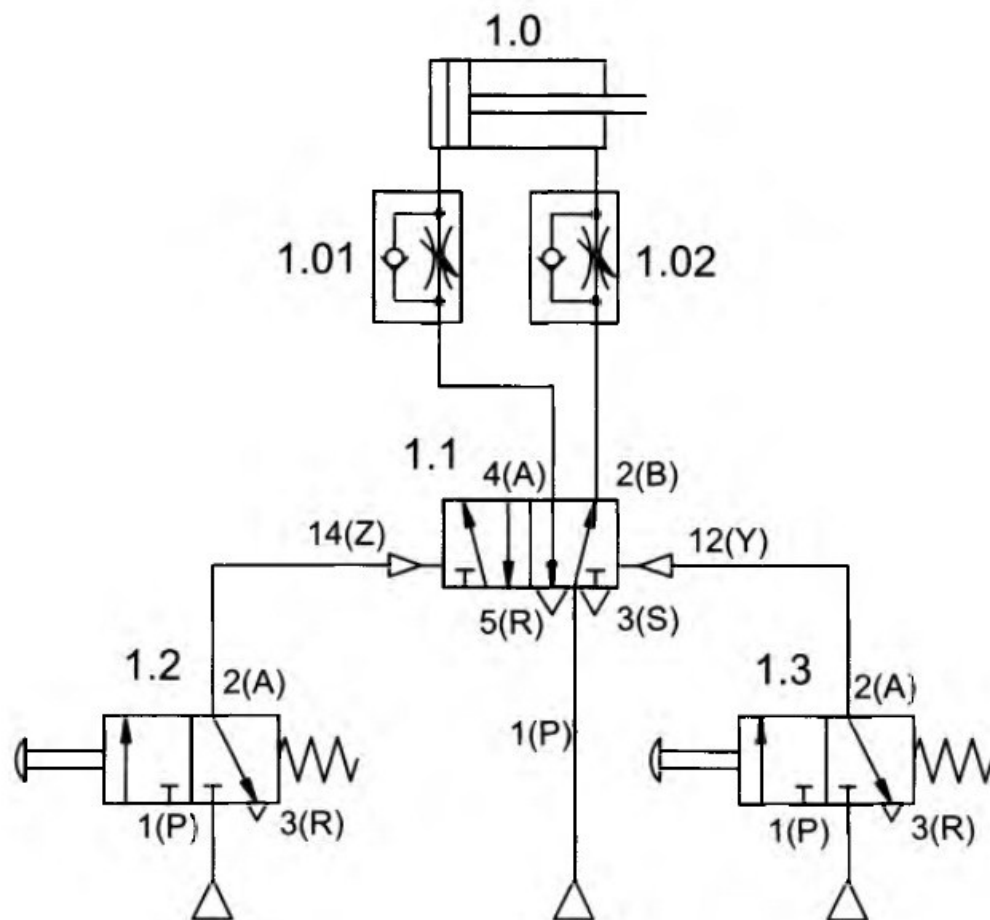


Рисунок 3.2 — Принципиальная схема системы, оснащенной 5/2-распределителем с двусторонним управлением

В исходном положении управляющий распределитель переключен таким образом, что на штоковую сторону поршня цилиндра действует давление воздуха и поршень находится во втянутом положении. При нажатии на кнопку распределителя 1.2 на его выходе 2(A) появляется сигнал, который поступает на вход 14(Z) 5/2-распределителя 1.1. 5/2-распределитель с двусторонним управлением (с памятью) переключается так, что поршневая полость цилиндра посредством канала 4(A) соединяется с линией питания и шток поршня выдвигается. Если подача воздуха в полость цилиндра осуществляется через дроссель с обратным клапаном 1.01 без сопротивления, то воздух, вытесняемый из штоковой полости через дроссель с обратным клапаном 1.02, дросселируется. При этом скорость выдвигания штока поршня может регулироваться. Если кнопку распределителя 1.2 отпустить, то положение распределителя 1.1 останется неизменным, так как он обладает свойством памяти. Если нажать на кнопку распределителя 1.3, то в канале управления 12(Y) распределителя 1.1 появляется сигнал. Распределитель переключается,

воздух поступает в штоковую полость цилиндра и шток поршня втягивается. Дросселирование сброса воздуха осуществляется дросселем с обратным клапаном 1.01. При отпускании кнопки распределителя 1.3 положение распределителя 1.1 остается неизменным благодаря его свойству памяти. Обратные клапана "дросселей с обратными клапанами" 1.01 и 1.02 обеспечивают снижение потерь давления в магистралях подачи сжатого воздуха в полости цилиндра. Дроссель оказывает влияние на объемный расход воздуха, вытесняемого из полостей цилиндра, и позволяет уменьшать скорость движения штока. Различные по объему расходы воздуха, вытесненного из поршневой и штоковой полостей цилиндра, должны регулироваться независимо друг от друга для того, чтобы таким образом настраивать скорости выдвигания и втягивания штока.

3.3 Задание для выполнения

Постановка задачи

Цилиндр двустороннего действия должен выталкивать детали из магазина на лоток. Шток цилиндра должен полностью выдвигаться при нажатии на кнопку и втягиваться после достижения крайнего положения. Сигнал о приходе штока в крайнее выдвинутое положение должен поступать от концевого выключателя с управлением от роликового рычага. Даже если кнопка будет отпущена, шток цилиндра должен продолжать движение вперед до тех пор, пока он не выдвинется полностью. Скорости поршня цилиндра должны регулироваться в обоих направлениях независимо друг от друга.

Составьте и нарисуйте принципиальную схему системы. Обозначьте элементы и пронумеруйте все их присоединительные линии (каналы).

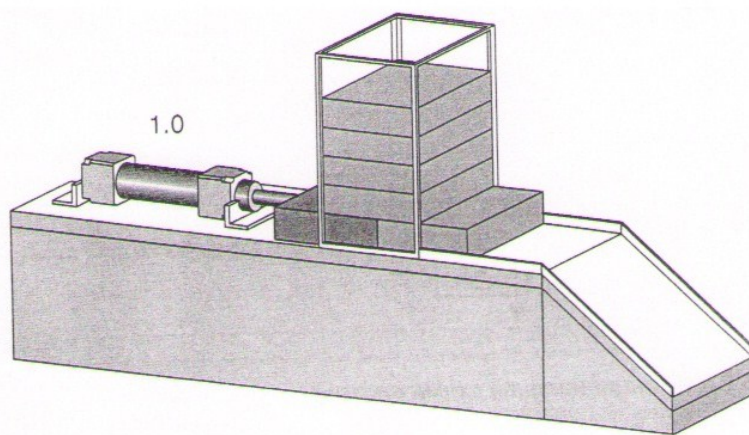


Рисунок 3.3 — Эскиз объекта управления

Контрольные вопросы

Как поведет себя шток цилиндра, если кнопка останется нажатой в тот момент, когда шток поршня достигнет своего конечного положения?

Как поведет себя шток цилиндра во время выдвижения, если концевой выключатель, управляемый от рычага с роликом, будет находиться в среднем положении хода штока?

Опишите исходное состояние системы.

Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

3.4 Задание для выполнения

Постановка задачи

При совместном срабатывании распределителя с управлением от кнопки и концевого выключателя, управляемого рычагом с роликом, гибочный инструмент наезжает на кромку заготовки и кантует материал. Инструмент приводится в движение штоком цилиндра двустороннего действия. Для повышения скорости выдвижения штока в схеме должен быть использован клапан быстрого выхлопа. Скорость втягивания штока поршня должна быть регулируемой. Если какая-либо из кнопок будет отпущена, шток цилиндра медленно возвращается в исходное положение.

Составьте и нарисуйте принципиальную схему системы. Обозначьте элементы и пронумеруйте все их присоединительные линии (каналы).

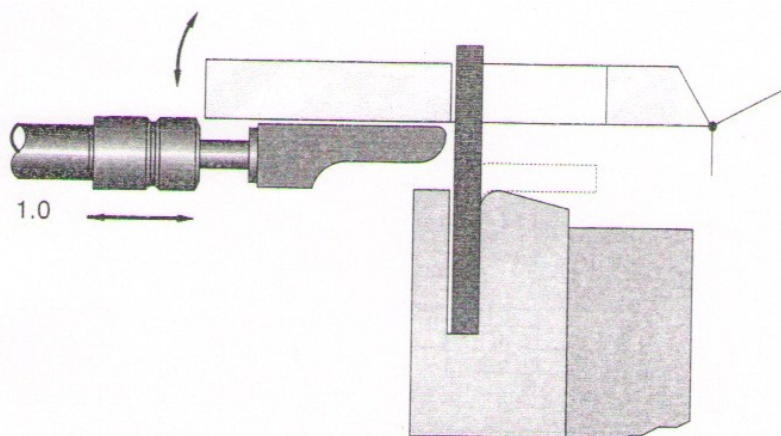


Рисунок 3.4 — Эскиз объекта управления

Контрольный вопрос

Как поведет себя шток цилиндра, если после начала движения штока отпустить кнопку?

Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

Лабораторная работа № 4 УПРАВЛЕНИЕ ПО ДАВЛЕНИЮ

Цель работы: изучение клапана последовательности и составление принципиальных схем системы с его применением.

4.1 Основные положения

Помимо контроля положения исполнительных механизмов либо кинематически связанных с ними подвижных частей технологических установок нередко требуется также формирование управляющих сигналов на основе информации о значении давления в определенных точках пневматической системы. В таких случаях говорят об управлении по давлению. Устройства, преобразующие аналогово-пневматический сигнал на входе при достижении им заданной величины в дискретный пневматический сигнал на выходе, называют клапанами последовательности или реле давления с пневматическим выходом.

4.2 Пример управления по давлению

Постановка задачи

На пластмассовые детали с помощью штампа, приводимого в движение пневмоцилиндром двустороннего действия, наносится тиснение. Штамп должен опускаться на деталь при нажатии на кнопку. Возврат штампа в исходное положение осуществляется автоматически после достижения в цилиндре заданного значения давления. Это давление определяет усилие тиснения, оно должно быть настраиваемым.

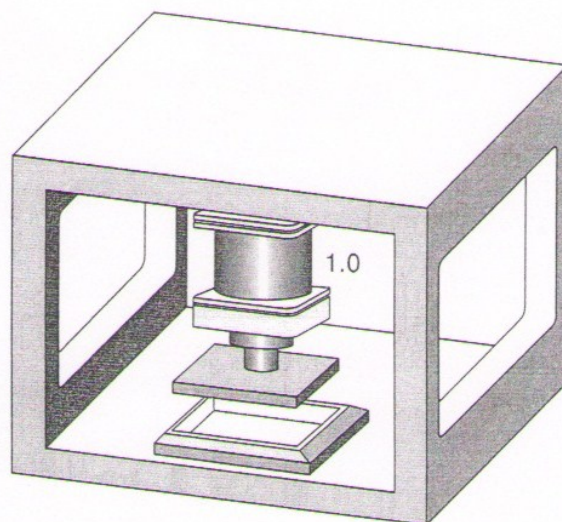


Рисунок 4.1 — Эскиз объекта управления

Решение

Если при пуске системы шток не занял исходного положения, то необходимо провести коррекцию его положения. Это осуществляется с помощью кнопок ручного управления 5/2-распределителем с двусторонним пневматическим управлением и вспомогательным ручным управлением. В исходном положении на все распределители не действует сигнал управления, штоковая полость цилиндра должна находиться под давлением воздуха, и шток поршня должен оставаться во втянутом положении. При нажатии на кнопку распределителя 1.2 на входе 14(Z) 5/2-распределителя 1.1 появляется сигнал. 5/2-распределитель переключается, на его выход 4(A) подается сжатый воздух, который поступает в поршневую полость цилиндра и шток цилиндра начинает выдвигаться. В этом положении распределитель 1.1 остается даже в том случае, если отпущена кнопка распределителя 1.2. После того, как шток поршня со штампом достигнет пластмассовой детали, его движение прекращается, и давление в поршневой полости цилиндра поднимается. Возрастающее давление вызывает увеличение усилия штампования. Управляющий вход 12(Z) клапана последовательности 1.3 соединен трубопроводом с поршневой полостью цилиндра 1.0. Когда давление в полости цилиндра достигает значения давления настройки клапана последовательности, то 3/2-распределитель клапана последовательности переключается. Его выходной сигнал воздействует на управляющий вход 12(Y) распределителя 1.1. Распределитель 1.1 переключается, воздух под давлением поступает в штоковую полость цилиндра, шток поршня втягивается. При втягивании поршня давление в поршневой полости цилиндра снижается, и клапан последовательности возвращается в свое исходное положение.

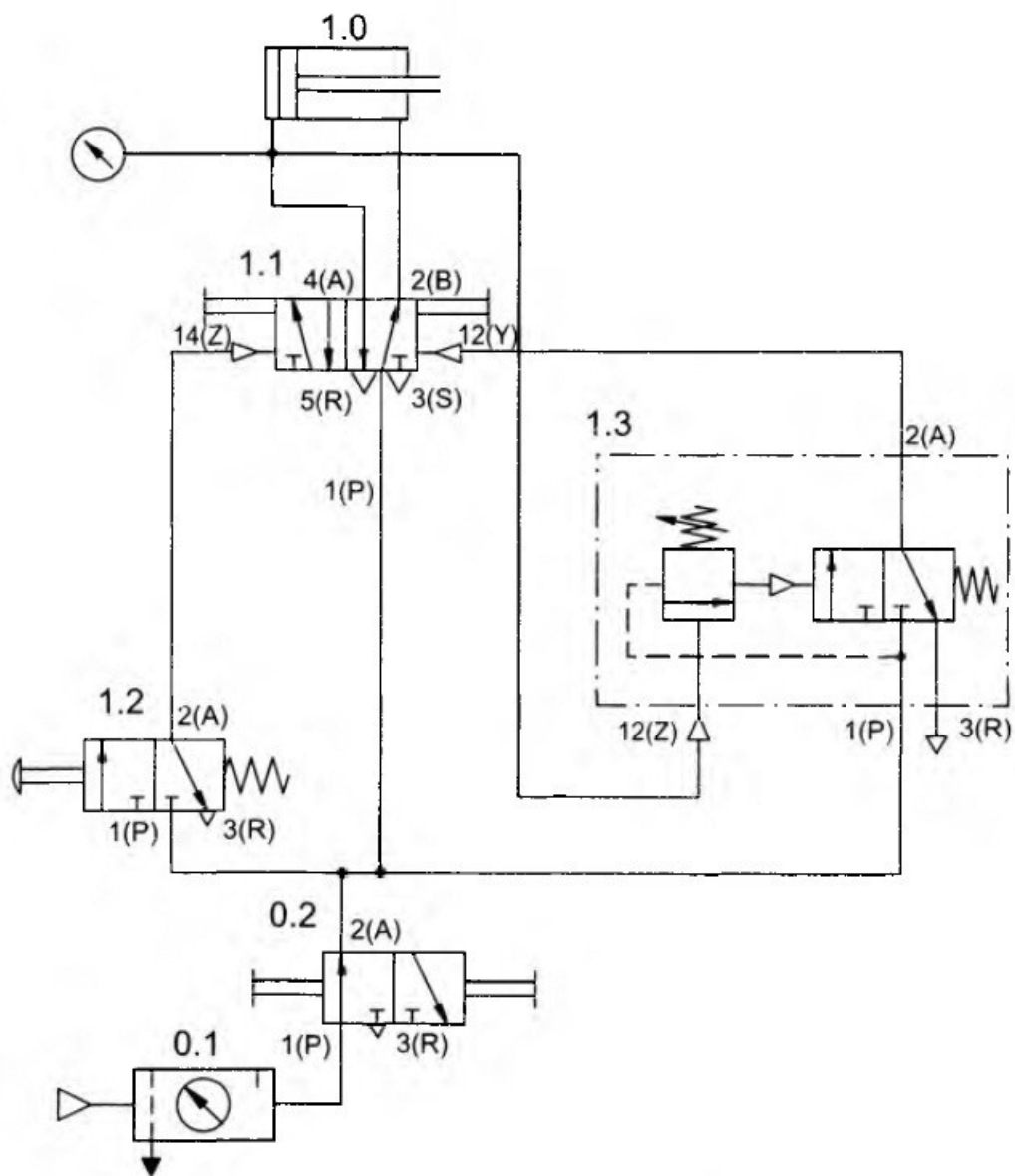


Рисунок 4.2 — Принципиальная схема системы

Для того, чтобы гарантировать надежное переключение, настраиваемое давление срабатывания клапана последовательности должно быть меньше, чем давление питания пневмосистемы. Если выдвигающийся шток поршня встретит на своем пути сопротивление, то еще до достижения позиции прессования шток поршня начнет втягиваться.

4.3 Задание для выполнения

Постановка задачи

Тиснение на пластмассовые детали наносится штампом, приводимым в движение цилиндром двустороннего действия. Штамп опускается на деталь при нажатии кнопки, а возвращается в исходное положение автоматически, когда шток достигает крайнего положения и давление в поршневой полости повышается до установленного значения. Достижение крайнего выдвинутого положения штока контролируется концевым выключателем с управлением от

рычага с роликом. Усилие тиснения должно быть настраиваемым. Давление в поршневой полости цилиндра должно измеряться с помощью манометра.

Составьте и нарисуйте принципиальную схему системы. Обозначьте элементы и пронумеруйте все их присоединительные линии (каналы).

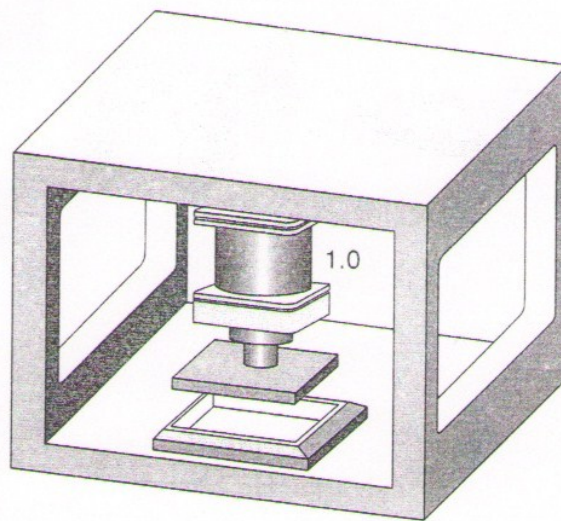


Рисунок 4.3 — Эскиз объекта управления

Контрольный вопрос

Как поведет себя шток цилиндра, если на короткое время нажать кнопку, а затем отпустить ее?

Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

Лабораторная работа № 5 КЛАПАН ВЫДЕРЖКИ ВРЕМЕНИ

Цель работы: изучение клапана выдержки времени и составление принципиальных схем системы с его применением.

5.1 Основные положения

Пневмоклапаны выдержки времени предназначены для регулирования временного интервала между поступающим входным и генерируемым выходным сигналами в пневматических системах управления.

Конструкции подобных устройств базируются на моностабильном 3/2-распределителе с пневматическим управлением, дросселя с обратным клапаном и небольшой пневмоемкости. 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.

5.2 Пример применения клапана выдержки времени

Постановка задачи

Для прижатия склеиваемых деталей друг к другу используется цилиндр двустороннего действия. После нажатия кнопки шток цилиндра должен медленно выдвигаться. В крайнем выдвинутом положении шток цилиндра должен оставаться в течение 6 секунд, а затем должен автоматически вернуться в исходное положение. Скорость выдвижения штока должна быть регулируемой. Новое срабатывание цилиндра возможно только при условии возвращения штока в исходное положение.

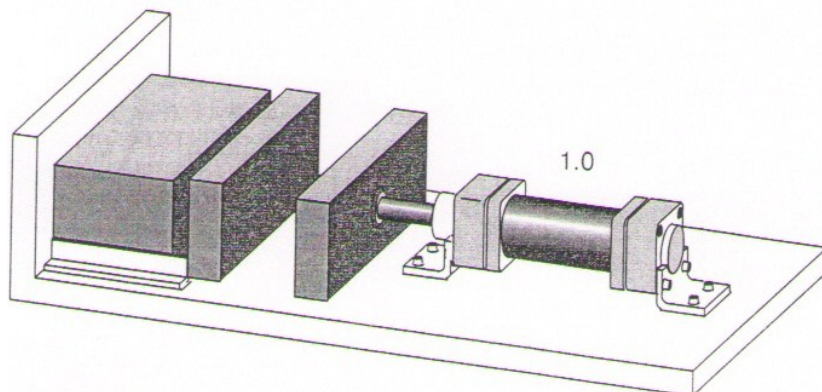


Рисунок 5.1 — Эскиз объекта управления

Решение

Если при пуске системы шток оказался не в исходном положении, то необходимо провести коррекцию. Это осуществляется с помощью ручного управления 5/2-распределителем с двусторонним пневматическим управлением и вспомогательным ручным управлением. В исходном положении на все распределители, за исключением концевого выключателя (распределителя 1.4, управляемого рычагом с роликом), не действует сигнал управления, штоковая полость цилиндра находится под давлением воздуха и шток остается во втянутом положении. Необходимые начальные условия для выдвижения штока цилиндра: шток полностью втянут (включен концевой выключатель 1.4) и включена кнопка "СТАРТ" (распределитель 1.2). Если условия старта выполнены, то выходной сигнал клапана двух давлений 1.6 (клапан "И") поступает на вход 14(Z) распределителя с двусторонним управлением 1.1, который переключается. Воздух поступает в поршневую полость цилиндра, и шток выдвигается. Скорость выдвижения штока при этом настраивается с помощью дросселя с обратным клапаном 1.02, установленного на выходе из штоковой полости. После начала движения штока концевой выключатель 1.4, освобождаясь, выключается.

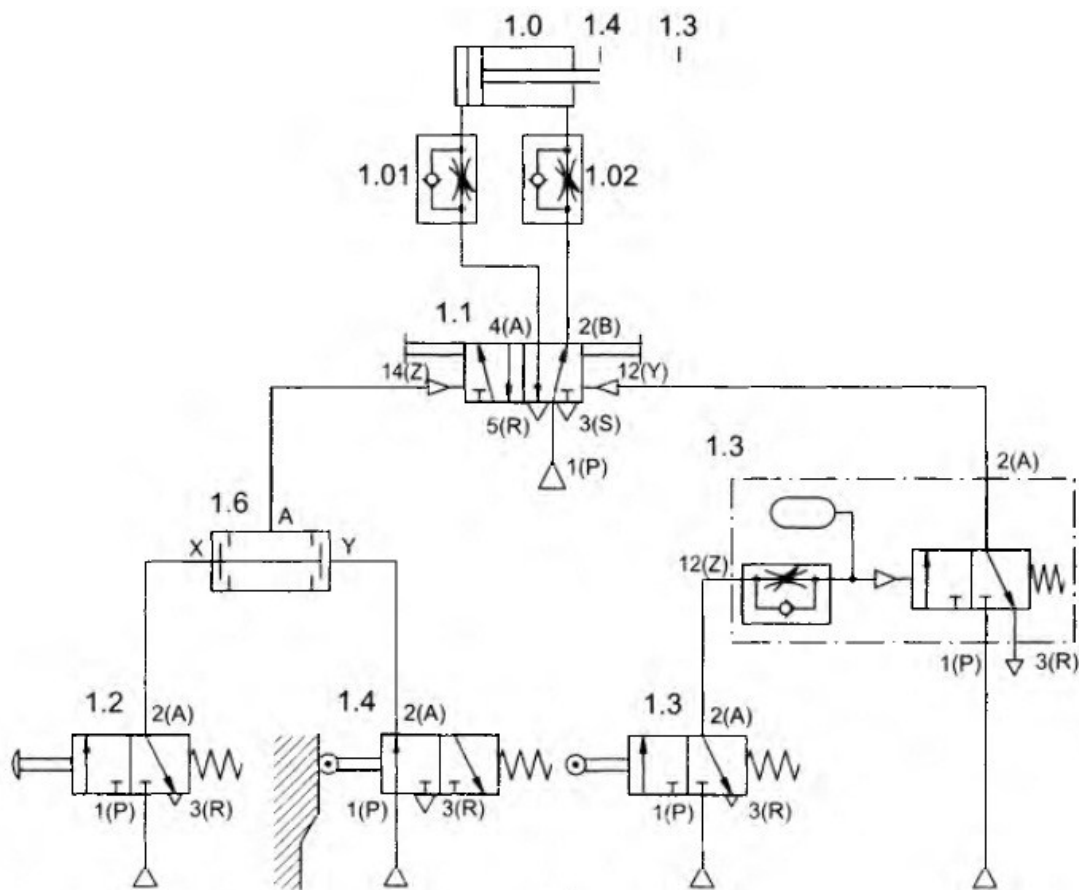


Рисунок 5.2 — Принципиальная схема системы

Поэтому даже при нажатой кнопке распределителя 1.2 условие "И" не выполняется и сигнал на входе 14(Z) распределителя 1.1 снимается, однако при этом положение распределителя 1.1 (обладающего свойством памяти) не изменяется. Новое нажатие на кнопку распределителя 1.2 не приведет к старту до тех пор, пока система не займет исходное положение. При достижении позиции прессования включается концевой выключатель 1.3. Через входящий в состав реле времени 1.5 дроссель с обратным клапаном начинается заполнение объема воздухом. Скорость увеличения давления в емкости зависит от настройки дросселя реле времени. Если давление достигло необходимого уровня, то включается 3/2-распределитель и на управляющем входе 12(Y) распределителя 1.1 появляется сигнал. Распределитель 1.1 переключается, шток втягивается. Скорость втягивания зависит от настройки дросселя с обратным клапаном 1.01. В начале процесса втягивания переключается концевой выключатель 1.3 и емкость реле времени 1.5 соединяется с атмосферой через дроссель с обратным клапаном и концевой выключатель 1.3. Как следствие, 3/2-распределитель реле времени переключается в исходное состояние. Это приводит к снятию сигнала с управляющего канала 12(Y) распределителя с двусторонним управлением 1.1. Когда шток поршня займет исходное положение, то включится концевой выключатель 1.4 и после нажатия кнопки клапана 1.2 может начаться новый цикл работы.

5.3 Задание для выполнения

Постановка задачи

Для прижатия склеиваемых деталей друг к другу используется цилиндр двустороннего действия. При нажатии на кнопку шток поршня прессового цилиндра выдвигается. Когда пресс прижмет деталь, он должен оставаться в этом положении в течение 6 секунд, после чего шток должен автоматически вернуться в исходное положение. Начало нового цикла возможно только при условии достижения штоком крайнего втянутого положения и при сохранении этого положения в течение 5 секунд. За это время склеенные детали вручную вынимаются из пресса, на их место устанавливаются новые. Выдвижение штока цилиндра должно происходить медленно, а втягивание относительно быстро, но с возможностью регулирования скорости.

Составьте и нарисуйте принципиальную схему системы. Обозначьте элементы схемы и пронумеруйте все их присоединительные линии (каналы).

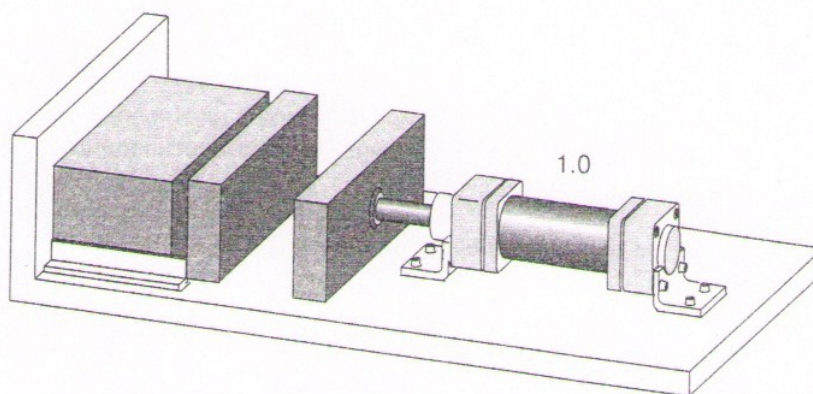


Рисунок 5.3 — Эскиз объекта управления

Контрольный вопрос

Как поведет себя шток цилиндра, если на короткое время нажать кнопку, а затем отпустить ее?

Опишите принцип действия системы, используя ее принципиальную схему.

Лабораторная работа № 6 ЦИКЛИЧЕСКИЕ ПНЕВМОСИСТЕМЫ

Цель работы: изучение методов проектирования циклических пневматических систем.

6.1 Основные положения

Работа циклических пневматических систем, по существу, представляет собой последовательную смену фиксированных положений выходных звеньев исполнительных механизмов. При этом их крайние, а при необходимости и

промежуточные положения отслеживаются элементами информационной подсистемы. Информация о состоянии исполнительных механизмов либо ведомых ими узлов технологической установки обрабатывается элементами логико-вычислительной подсистемы, на выходе которой формируется управляющий сигнал на выполнение очередного рабочего шага. Под *шагом* понимают процесс смены одного контролируемого датчиком положения исполнительного механизма на другое. Число шагов, необходимых для выполнения единичного замкнутого цикла технологических операций, может различаться в зависимости от сложности оборудования. Под *замкнутым циклом* будем понимать такую последовательность шагов, после выполнения которой система возвращается в исходное (предпусковое) состояние.

Так, один рабочий цикл установки для перемещения коробок (рисунок 6.1) состоит из четырех шагов.

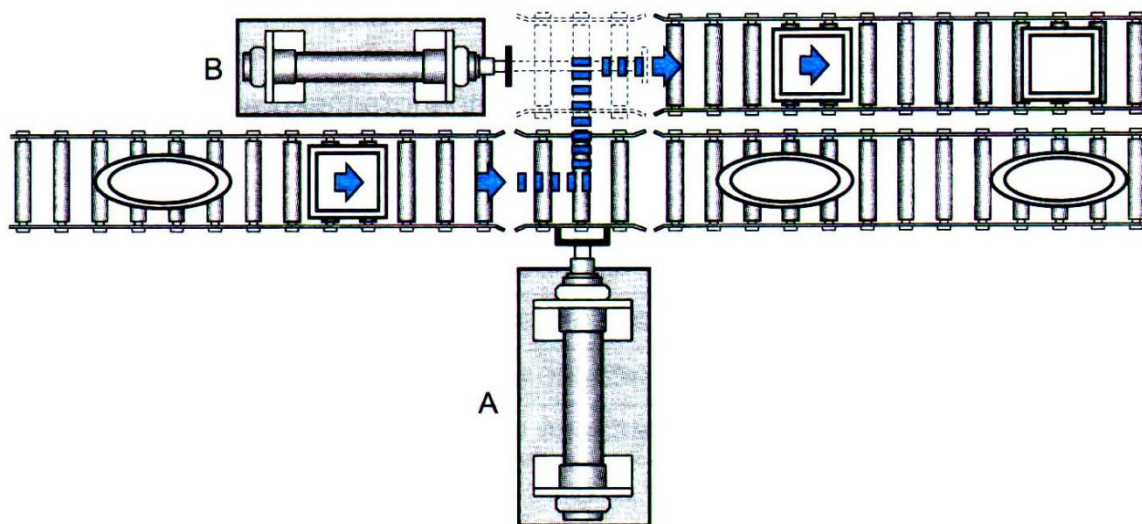


Рисунок 6.1 — Установка для перемещения коробок

По конвейеру в произвольной последовательности и с переменным интервалом движутся коробки двух конфигураций — кубические и овальные. Кубические коробки необходимо перемещать на параллельную ветвь конвейера. Операция перемещения осуществляется посредством двух пневмоцилиндров А и В. Когда кубическая коробка оказывается на транспортере (смещаемой секции конвейера), оператор кратковременно нажимает на пусковую пневмокнопку. При этом шток первого цилиндра А перемещает секцию с коробкой на уровень параллельной ветви конвейера. Далее цикл выполняется автоматически: шток второго цилиндра В сталкивает коробку с транспортера, после чего штоки обоих пневмоцилиндров возвращаются в исходные позиции — сначала шток первого, а затем и второго цилиндра.

Формы представления хода технологического процесса

Для наглядного описания хода технологического процесса будем использовать следующую буквенно-цифровую индексацию (таблица 6.1).

Таблица 6.1 — Индексация описания хода технологического процесса

Индексация	Элемент
A, B, C, ...	Исполнительные механизмы, например пневмоцилиндры
a ₀ , b ₀ , c ₀ , ...	Путевые выключатели, фиксирующие втянутое положение штоков цилиндров
a ₁ , b ₁ , c ₁ , ...	Путевые выключатели, фиксирующие выдвинутое положение штоков цилиндров
a _m , b _m , c _m , ...	Путевые выключатели, фиксирующие промежуточное положение цилиндров штоков
Условное Обозначение	Действие (процесс)
A+, B+, C+, ...	Выдвижение штоков цилиндров A, B, C, ...
A-, B-, C-, ...	Втягивание штоков цилиндров A, B, C, ...

Работу установки для перемещения коробок формально можно описать различными способами.

Хронологическая форма записи

При хронологической форме записи рабочий цикл системы представляют в словесной форме (по аналогии с описанием принципа действия), но с разбиением на шаги и указанием исполнительных механизмов, выполняющих каждый шаг (таблица 6.2).

Таблица 6.2 — Хронологическая форма записи хода технологического процесса

1-й шаг	Выдвижение штока цилиндра A
2-й шаг	Выдвижение штока цилиндра B
3-й шаг	Втягивание штока цилиндра A
4-й шаг	Втягивание штока цилиндра B

Арифметическая форма записи

При арифметической форме записи хода технологического процесса шаги записывают последовательно в одну строку, причем действия исполнительных механизмов поясняют условными обозначениями, указанными в таблице 6.1. Последовательность срабатывания пневмоцилиндров в рассматриваемой задаче будет представлена в виде

A+

B+

A-

B-

В случае, когда какие-либо движения исполнительных механизмов происходят одновременно, арифметическая запись производится в несколько строк таким образом, чтобы обозначения одновременных движений располагались одно под другим:

A+	V+	A-
		B-

Такая запись трактуется как поочередное выдвигание штоков цилиндров А и В (сначала А, затем В) с последующим их одновременным втягиванием.

Графическая форма записи

Графическая (диаграммная) форма представления состояний и изменения состояний исполнительных механизмов, информационных и управляющих устройств в технологических машинах и производственных установках является наиболее наглядной и применяется чаще других форм записи.

Диаграммы перемещений отображают в графическом виде состояния исполнительных механизмов — пневмоцилиндров, пневмодвигателей и т. п., а диаграммы управления — состояния информационных и управляющих устройств.

При использовании диаграммной формы записи обозначения состояний устройств, входящих в систему, заключают в прямоугольник (для каждого шага), причем (поскольку речь идет о дискретных устройствах) изменения этих состояний представляются в диапазоне значений от 0 (устройство выключено — шток цилиндра втянут) до 1 (устройство включено — шток цилиндра выдвинут) (рисунок 6.2).

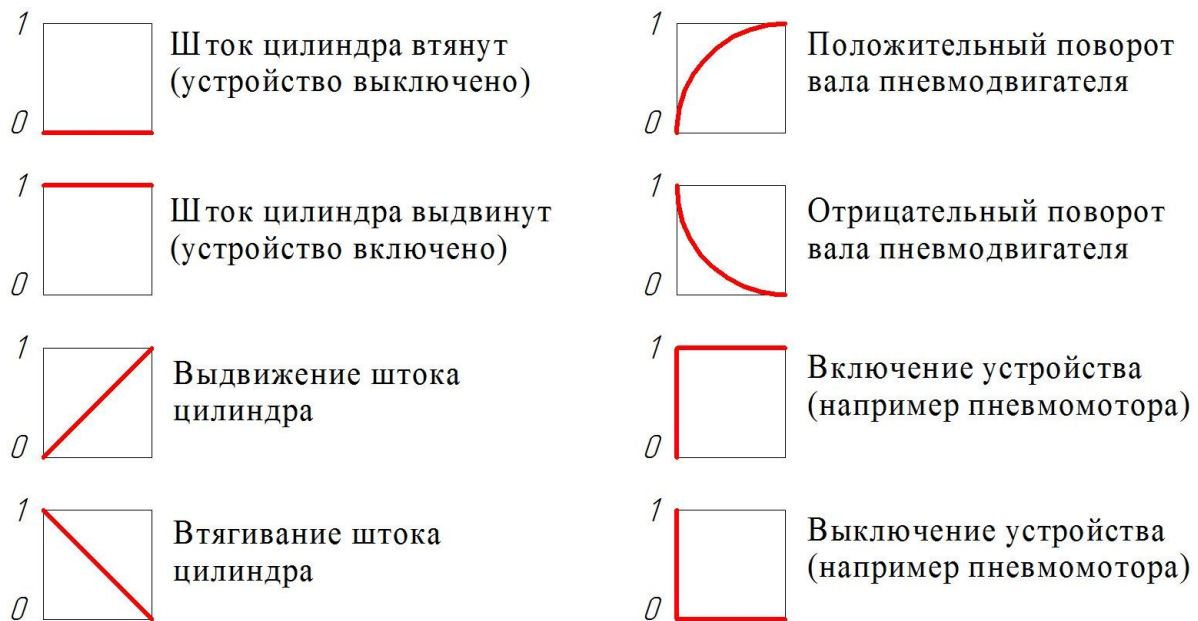


Рисунок 6.2 — Обозначения состояний устройств при диаграммной форме записи

При изображении последовательности шагов обозначающие их прямоугольники располагают в строку, причем в отдельную для каждого исполнительного механизма. Если описывают совместную работу нескольких механизмов, то записи последовательности их шагов размещают друг под другом. Используя принятые графические символы для отображения шагов, рабочий цикл установки для перемещения коробок можно представить в виде диаграммы (циклограммы), выполненной в координатах «перемещение–шаг», следующим образом (рисунок 6.3).

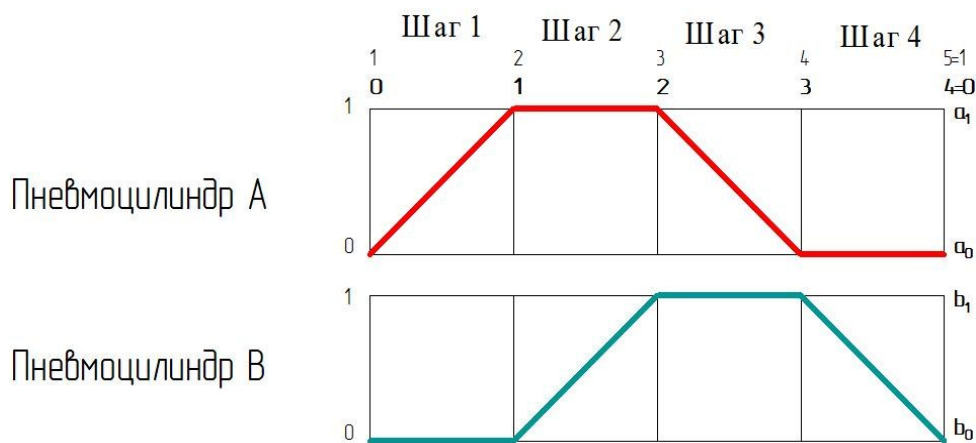


Рисунок 6.3 — Диаграмма «перемещение–шаг» установки для перемещения коробок

На диаграмме слева от каждой графической строки проставляют индекс устройства, изменение состояний которого она отображает (пневмоцилиндры А и В). В правой части могут быть указаны индексы путевых выключателей, отслеживающих соответствующие состояния исполнительных механизмов a_0 , a_1 , b_0 , b_1 . В области над верхней графической строкой диаграммы проставляют последовательную нумерацию состояний устройств пневмосистемы перед каждым из шагов и после него (в нашем случае от 0 до 4). После окончания полного рабочего цикла, чему соответствует состояние с номером 4, система возвращается в исходное состояние с номером 0.

В установках с непрерывным циклом (в которых очередной рабочий цикл начинается автоматически, а не по команде оператора) исходное состояние обозначается цифрой 1, а не 0, и запись $5=1$ означает, соответственно, момент окончания последнего шага цикла.

На диаграмме управления изображается зависимость состояний управляющих и информационных (сигнальных) устройств от шага работы системы (рисунок 6.4). При этом время переключения данных устройств не принимают во внимание.

При составлении функциональной диаграммы диаграмму управления располагают, как правило, под диаграммой перемещений (рисунок 6.5).

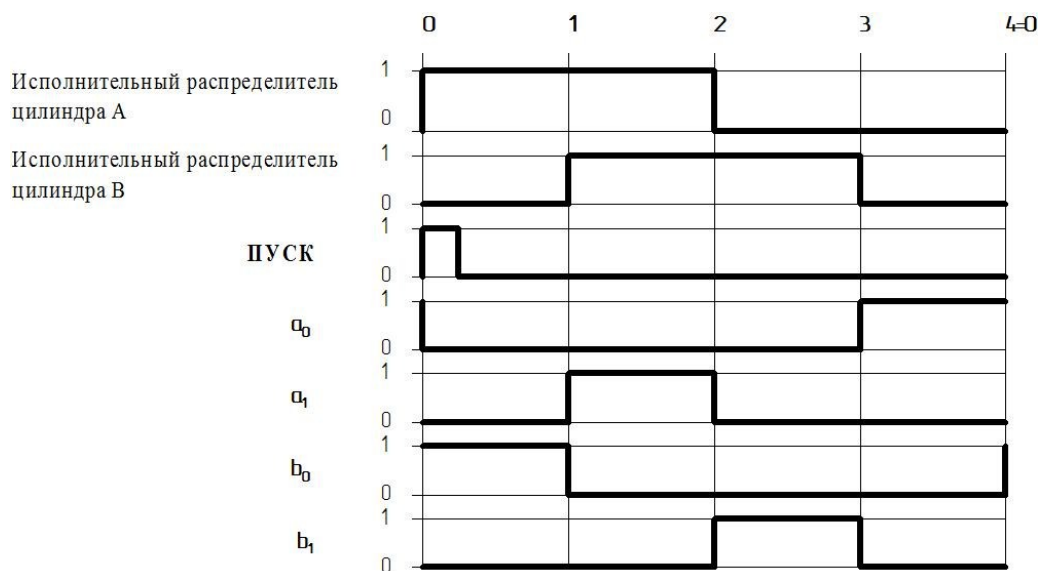


Рисунок 6.4 — Диаграмма управления установкой для перемещения коробок

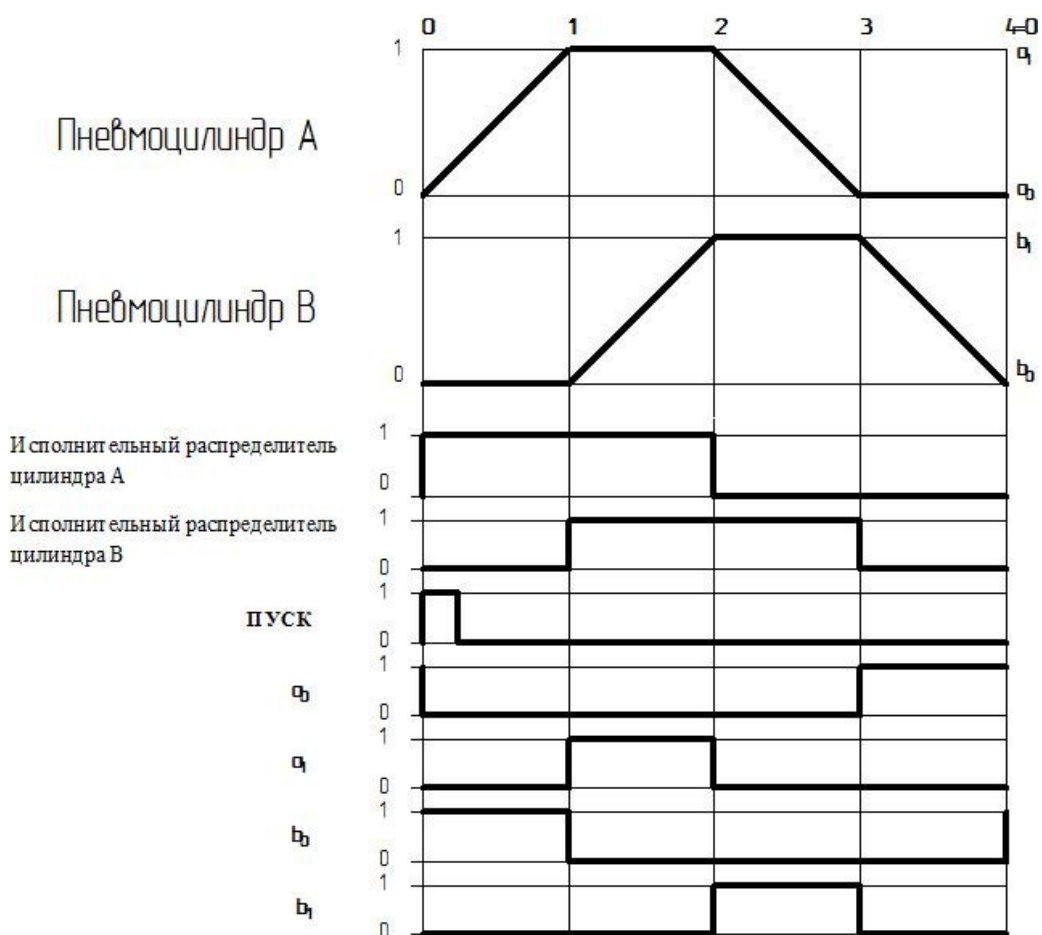


Рисунок 6.5 — Функциональная диаграмма установки для перемещения коробок

Для изображения на диаграммах сигнальных устройств, а также логических взаимосвязей между сигналами применяют следующие обозначения (рисунок 6.6).



Рисунок 6.6 — Обозначения сигнальных устройств и логических взаимосвязей между сигналами

Таким образом, в полном виде диаграмма «перемещение–шаг» установки для перемещения коробок принимает вид, показанный на рисунок 6.7.

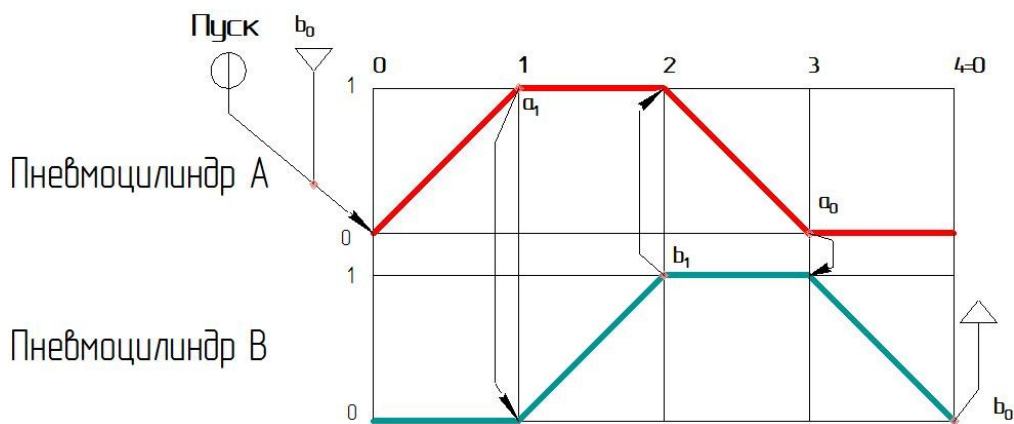


Рисунок 6.7 — Полная диаграмма «перемещение – шаг» установки для перемещения коробок

Методы проектирования пневматических САУ

Метод составления логических уравнений

Пользуясь диаграммой «перемещение–шаг», можно описать состояния системы управления перед выполнением каждого шага в виде логических уравнений. В левой части этих уравнений записывают символ действия, которое должно произойти на предстоящем шаге, а в правой — логические связи между сигналами от кнопок оператора и путевых выключателей, дающих команду на выполнение этого действия.

Рассмотрим исходное (предпусковое) состояние системы (рисунок 6.8, состояние 0).

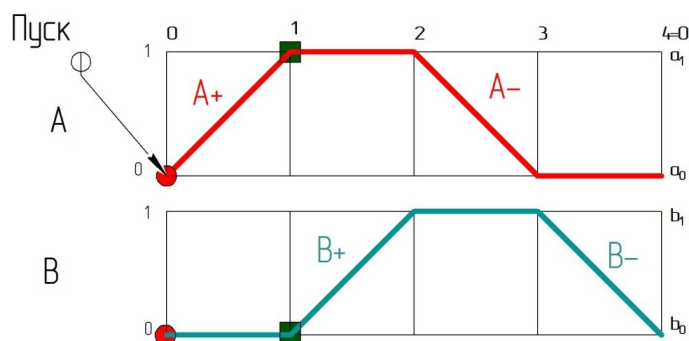


Рисунок 6.8 — Иллюстрация подхода к составлению системы логических уравнений

В состоянии 0 (исходном), когда штоки обоих цилиндров втянуты, активны путевые выключатели a_0 и b_0 . Следовательно, команда на выполнение 1-го шага $A+$ должна подаваться при наличии сигналов от двух названных устройств и кнопки «Пуск». Таким образом, можно записать следующее логическое уравнение

$$A+ = \text{Пуск} \cdot a_0 \cdot b_0.$$

После выполнения 1-го шага комбинация активных путевых выключателей изменится (см. состояние 1 на рисунке 6.8). Выполнение 2-го шага $B+$ начнется при условии поступления сигналов от выключателей a_1 и b_0 . Отсюда получаем второе уравнение

$$B+ = a_1 \cdot b_0.$$

Аналогичным образом составляют уравнения и для последующих шагов. Система логических уравнений, описывающая работу устройства для перемещения коробок, в конечном итоге будет иметь следующий вид

$$A+ = \text{Пуск} \cdot a_0 \cdot b_0; B+ = a_1 \cdot b_0; A- = a_1 \cdot b_1; B- = a_0 \cdot b_1.$$

Полученные логические уравнения можно непосредственно транслировать в принципиальную пневматическую схему, используя известные способы реализации логических функций в системах пневмоавтоматики.

Взяв для простоты за основу исполнительную подсистемы пневмоцилиндры двустороннего действия с управлением от бистабильных распределителей, получим следующую принципиальную пневматическую схему установки для перемещения коробок (рисунок 6.9).

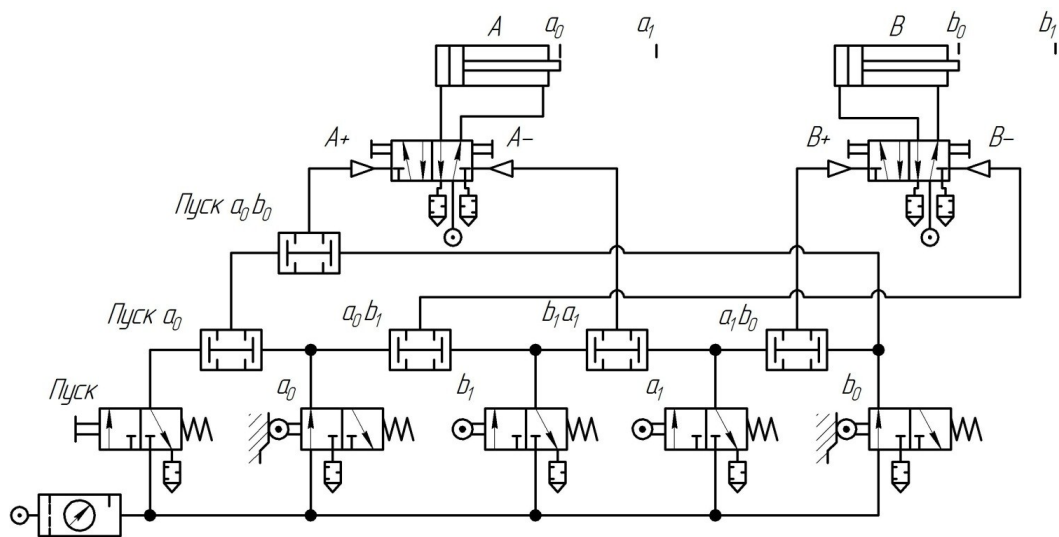


Рисунок 6.9 — Принципиальная пневматическая схема установки для перемещения коробок

Данную схему, безусловно, нельзя считать оптимальной, поскольку ее можно значительно упростить путем исключения избыточных сигналов. Таковыми для каждого отдельного шага считают сигналы, задействованные при формировании команды на выполнение предыдущего шага.

В рассматриваемом примере на 2-м шаге избыточен сигнал b_0 , на 3-ем — a_0 , на 4-ом — b_1 . Очевидно, что поскольку система работает по замкнутому циклу (за 4-ым шагом следует 1-й), то сигнал a_0 на 1-м шаге также является избыточным. С учетом вышесказанного система логических уравнений, описывающих работу установки для перемещения коробок, принимает следующий вид

$$A+ = \text{Пуск} \cdot b_0; B+ = a_1; A- = b_1; B- = a_0.$$

Окончательный вариант принципиальной пневматической схемы установки для перемещения коробок показан на рисунке 6.10.

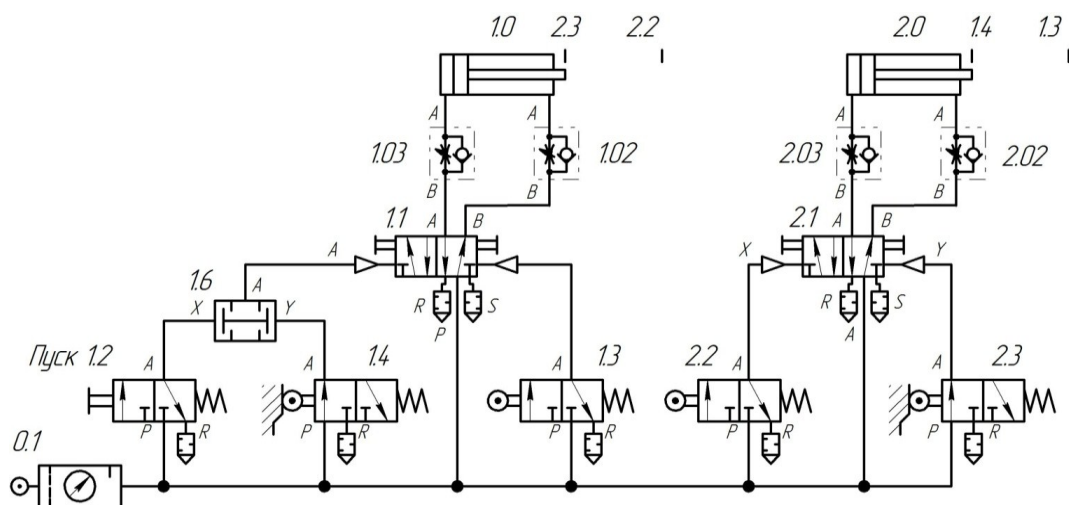


Рисунок 6.10 — Окончательный вариант принципиальной пневматической схемы установки для перемещения коробок

Следует иметь в виду, что рассмотренный выше способ упрощения системы логических уравнений далеко не всегда применим, поскольку некорректное его использование приводит к неправильной трактовке уравнений, особенно в случае наличия так называемых совпадающих шагов.

Под *совпадающими шагами* будем понимать такие шаги, уравнения, описания которых имеют одинаковые или эквивалентные правые части. Это означает, что отличающиеся друг от друга шаги (совпадающие) начинают выполняться при возникновении одной и той же комбинации сигналов от путевых выключателей.

Метод отключения сигнала

Этот метод, используемый при проектировании систем, содержащих совпадающие шаги, заключается в применении устройств, позволяющих формировать импульсный сигнал в момент достижения штоками пневмоцилиндров конечных положений.

Рассмотрим пневмопривод сверлильного полуавтомата (рисунок 6.11).

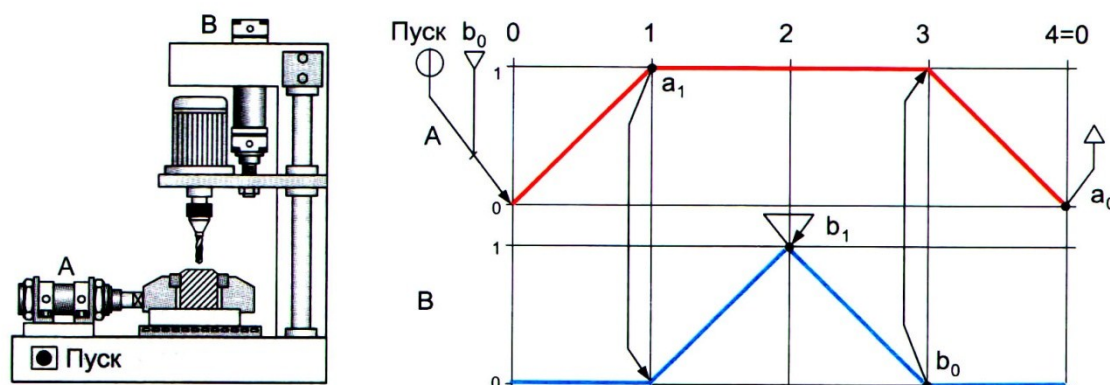


Рисунок 6.11 — Сверлильный полуавтомат и его диаграмма «перемещение – шаг»

При кратковременном нажатии на пусковую кнопку первый цилиндр А фиксирует заготовку в позиции для обработки путем ее зажатия. Далее автоматически начинает выдвигаться шток второго цилиндра В, т. е. выполняется рабочий ход инструмента. После достижения крайнего положения шток цилиндра В возвращается в исходную позицию, а затем втягивается и шток цилиндра А.

Уравнения, описывающие работу станка-полуавтомата, будут иметь вид (без упрощения)

$$A+ = \text{Пуск} \cdot a_0 \cdot b_0; \quad B+ = a_1 \cdot b_0; \quad B- = a_1 \cdot b_1; \quad A- = a_1 \cdot b_0.$$

Заметим, что правые части 2-го и 4-го уравнений одинаковы, значит, при появлении комбинации сигналов $a_1 \cdot b_0$ выдвижение штока цилиндра В и втягивание штока цилиндра А будут происходить одновременно. Но функционирование системы подобным образом недопустимо, поскольку при этом не обеспечивается требуемый порядок выполнения рабочих операций.

Упростим систему уравнений, описывающих работу сверлильного полуавтомата, путем исключения избыточных сигналов

$$A+ = \text{Пуск} \cdot a_0; B+ = a_1; B- = b_1; A- = b_0.$$

В полученной системе совпадающие уравнения отсутствуют. Однако следует обратить внимание на следующее: 2-ой шаг (B+) осуществляется по команде от путевого выключателя a_1 , который остается активным и на очередном, 3-ем, шаге (B-), выполняемом по команде от путевого выключателя b_1 . Это означает, что на распределитель, управляющий цилиндром B, одновременно будут поданы два противоположных сигнала управления — от путевых выключателей a_1 и b_1 . В таком случае, как известно, пневмораспределитель остается в позиции, определяемой первым из поступивших управляющих сигналов, следовательно, 3-й шаг (действие B-) выполняться не будет.

Аналогичная ситуация имеет место и при выполнении 1-го шага: в исходном состоянии путевой выключатель b_0 активен и не позволяет выполнить действие A+.

Схема станет работоспособной, если «проблемные» путевые выключатели в момент включения будут формировать не постоянный сигнал, а импульсный. Существуют различные методы получения импульсного сигнала: путем использования пневмоклапанов выдержки времени (рисунок 6.12), посредством путевых выключателей с «ломающимся» рычагом (рисунок 6.13) и др.

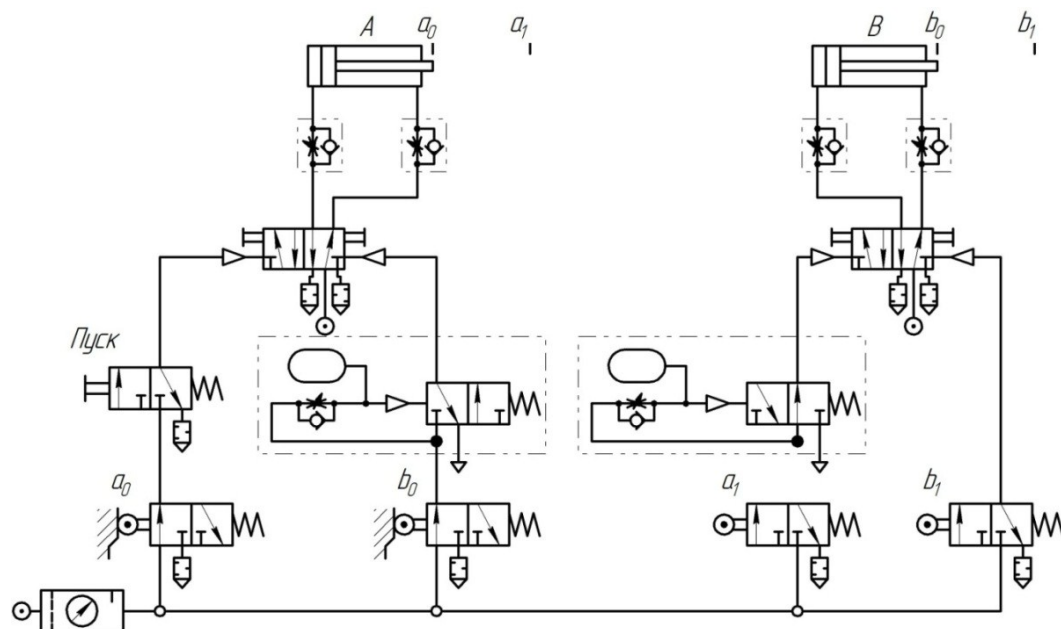


Рисунок 6.12 — Принципиальная пневматическая схема сверлильного полуавтомата с применением пневмоклапанов выдержки времени (формирователей импульса)

В случае использования путевых выключателей с «ломающимся» рычагом устанавливать их нужно со смещением в 2–4 мм от точки,

соответствующей конечному положению штока. Такая позиция обуславливает формирование путевым выключателем импульса при подходе штока к конечному положению и игнорирование прохождения штока через выключатель при обратном ходе.

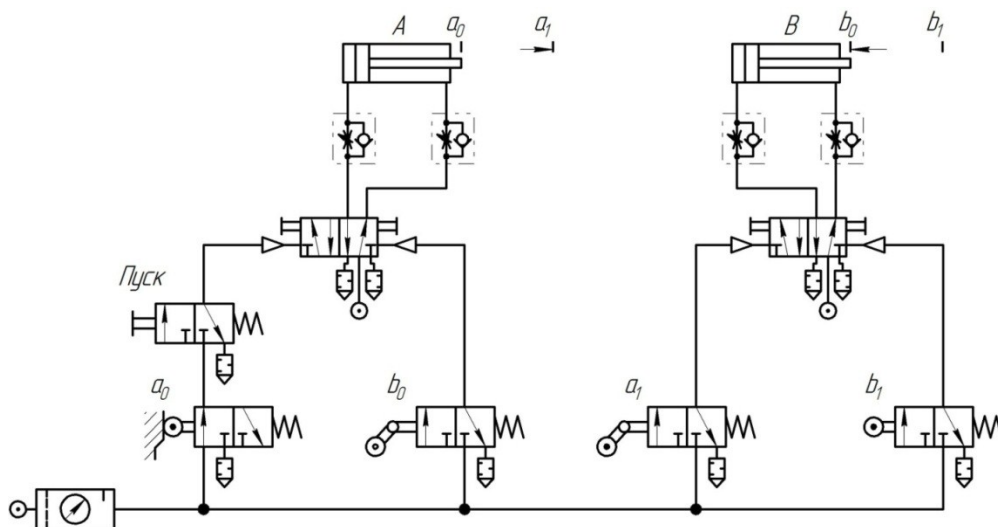


Рисунок 6.13 — Принципиальная пневматическая схема сверлильного полуавтомата с применением путевых выключателей с «ломающимся» рычагом

На пневматических схемах места установки путевых выключателей с «ломающимся» рычагом обозначают вертикальным штрихом, перпендикулярно которому ставят стрелку, указывающую направление, в котором срабатывает выключатель при движении штока пневмоцилиндра.

Метод отключения сигнала формально сводится к следующей последовательности действий:

- составляют систему логических уравнений, описывающих работу установки;
- выделяют уравнения с совпадающими правыми частями;
- упрощают систему логических уравнений путем сокращения избыточных сигналов;
- заменяют путевые выключатели, сигналы от которых входят в выделенные уравнения, на устройства, формирующие импульсный сигнал в момент своего срабатывания.

6.2 Задание для выполнения

Постановка задачи

По арифметической форме записи хода технологического процесса, описывающего работу циклической пневмоустановки, решите следующие задачи:

- опишите работу установки при помощи хронологической, арифметической и графической форм записи хода технологического процесса;
- нарисуйте полную диаграмму «перемещение – шаг» установки, диаграмму управления установкой и функциональную диаграмму установки;

- составьте систему логических уравнений, описывающих работу установки;
- составьте и нарисуйте принципиальную схему системы, обозначьте элементы схемы и пронумеруйте все их присоединительные линии (каналы).

Таблица 6.3 — Варианты индивидуальных заданий

№ варианта	Арифметическая форма записи хода технологического процесса		
	a	b	c
1	A+B+A-B-	A+A-B+B-	A+B+B-A-
2	A+B-A-B+	A+A-B+B-	A+B-B+A-
3	A-B+A+B-	A-A+B+B-	A-B+B-A+
4	A-B-A+B+	A-A+B-B+	A-B-B+A+
5	B+A+B-A-	B+B-A+A-	B+A+A-B-
6	B+A-B-A+	B+B-A-A+	B+A-A+B-
7	B-A+B+A-	B-B+A+A-	B-A+A-B+
8	B-A-B+A+	B-B+A-A+	B-A-A+B+

ЛИТЕРАТУРА

1. Наземцев, А. С. Пневматические и гидравлические системы. Часть 1 / А. С. Наземцев. — Москва : Форум, 2004. — 240 с.
2. Свешников, В. К. Станочные гидроприводы. Справочник / В. К. Свешников. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Машиностроение, 1995. — 448 с.


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СТАНДАРТЫ В ОБЛАСТИ ПНЕВМОАВТОМАТИКИ

Условные обозначения отражают следующие свойства пневмоэлементов:

- тип управления и возврата в исходное положение,
- число линий (присоединений) и их обозначения,
- число позиций переключения,
- принцип действия,
- упрощенное представление проточной части.

Условные обозначения, которые находят применение в пневмоавтоматике, выполняются в соответствии с ИСО 1219, ГОСТ 2.781–96, ГОСТ 2.782–96.

Условное обозначение элементов подсистемы энергоснабжения

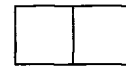
Питание	
Компрессор с постоянным рабочим объемом	
Пневмоаккумулятор с "Т"-соединением	
Источник давления	
Подготовка воздуха	
Фильтр. Сепарация и фильтрация твердых частиц	
Влагоотделитель с ручным управлением	
Влагоотделитель автоматический	
Маслораспылитель. Дозированное количество масла примешивается к воздуху	
Регулятор давления с разгрузочным вентиляционным каналом, регулируемый	
Условные обозначения комбинации элементов	
Блок подготовки воздуха, состоящий из воздушного фильтра, регулятора давления, манометра и маслораспылителя	
Упрощенное обозначение блока подготовки воздуха	
Упрощенное обозначение блока подготовки воздуха без маслораспылителя	

Условное обозначение позиций переключения распределителей

Позиции переключения изображаются в виде квадрата



Число квадратов соответствует числу позиций переключения



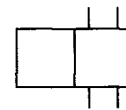
Линия обозначает проточную часть, стрелка показывает направление течения



Закрытое присоединение изображается в виде буквы Т (нормальной или повернутой на 180°)



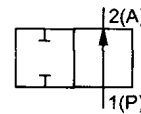
Присоединенные линии для подвода и отвода воздуха обозначаются вне квадрата



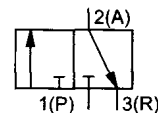
Линии (каналы) присоединения и позиции переключения распределителей

Число линий присоединения
Число позиций переключения

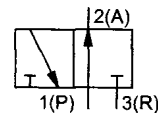
2/2 - распределитель нормально открытый



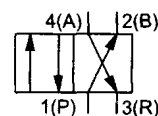
3/2-распределитель нормально закрытый



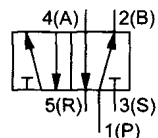
3/2 -распределитель нормально открытый



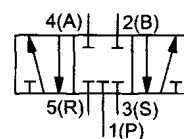
4/2 - распределитель с протоками от 1(P) к 2(B) и от 4(A) к 3(R)



5/2 - распределитель с протоками от 1(P) к 2(B) и от 4(A) к 5(R)



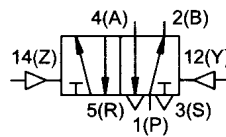
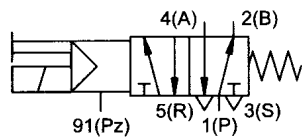
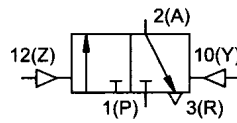
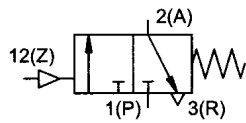
5/3 - распределитель, перекрытый в средней позиции



Рабочие и управляющие линии присоединения распределителей

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

Примеры обозначений



Способы управления распределителями

Мышечное управление:

общее обозначение

с помощью кнопки

с помощью рычага

с помощью рычага с фиксацией

с помощью педали

Механическое управление:

с помощью толкателя

с помощью роликового рычага

с помощью ломающегося ролика, срабатывающего только в одном направлении

с помощью пружины

с помощью центрирующих пружин

Пневматическое управление:

прямое управление, путем подачи давления

непрямое управление (с предварительным усилением), путем подачи давления

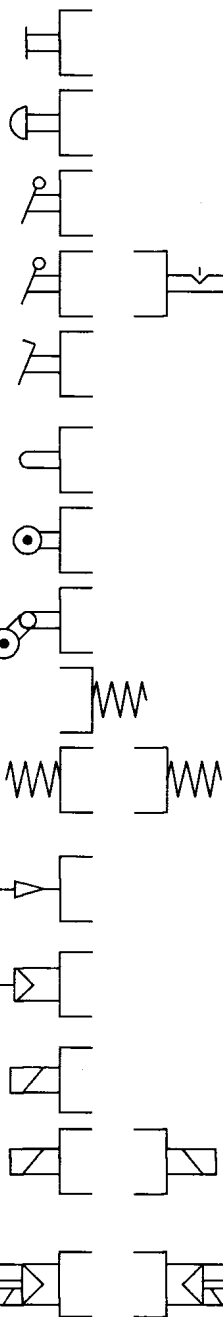
Электромагнитное управление:

с помощью электромагнита

с помощью двух электромагнитов

Комбинированное управление:

непрямое электрическое и вспомогательное ручное управление с пневматическим усилением

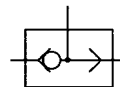


Обратный клапан и клапаны, построенные на его основе

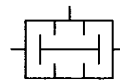
Обратный клапан



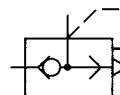
Перекидной клапан ("ИЛИ"-элемент)



Клапан двух давлений ("И"-элемент)



Клапан быстрого выхлопа



Дроссели

Дроссель регулируемый

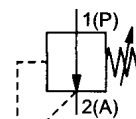


Дроссель с обратным клапаном

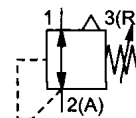


Клапаны давления

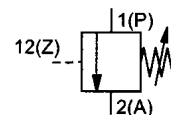
Регулируемый редуцирующий клапан без разгрузки



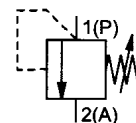
Регулируемый редуцирующий клапан с разгрузкой



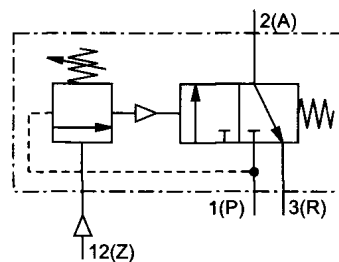
Предохранительный клапан с внешней линией управления



Предохранительный клапан с внутренней линией управления

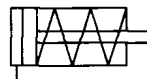


Клапан последовательности (Реле давления регулируемое)

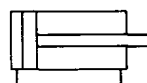


Линейные исполнительные устройства

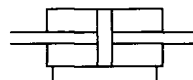
Цилиндр одностороннего действия



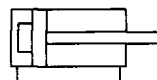
Цилиндр двустороннего действия



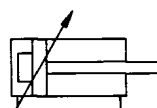
Цилиндр двустороннего действия с проходным штоком



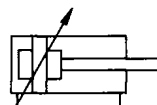
Цилиндр двустороннего действия с простым нерегулируемым демпфированием



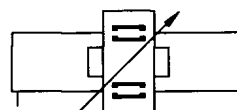
Цилиндр двустороннего действия с простым регулируемым демпфированием



Цилиндр двустороннего действия с двусторонним регулируемым демпфированием

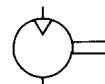


Бесштоковый цилиндр с магнитной связью

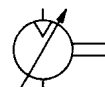


Исполнительные устройства вращательного действия

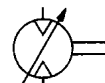
Пневмомотор с постоянным рабочим объемом и одним направлением течения воздуха



Пневмомотор с регулируемым рабочим объемом и одним направлением течения



Пневмомотор с регулируемым рабочим объемом и двумя направлениями течения воздуха



Пневматический поворотный цилиндр



Цифровое обозначение элементов схем

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