

2965



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ (МИИТ)

Кафедра «Путевые, строительные машины
и робототехнические комплексы»

Н.А. ЗАЙЦЕВА, А.Н. НЕКЛЮДОВ, Ю.В. МОРОЗОВ

ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ

*Методические указания
к лабораторным работам*

МОСКВА–2009

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ (МИИТ)**

**Кафедра «Путевые, строительные машины и
робототехнические комплексы»**

Н.А. Зайцева, А.Н. Неклюдов, Ю.В. Морозов

Пневматические приводы

**Рекомендовано редакционно-издательским советом университета в
качестве методических указаний**

**Для студентов специальностей
190205 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и
оборудование» и 220402 «Роботы и робототехнические системы»**

Москва – 2009

УДК 621.86
3-17

Зайцева Н.А., Неклюдов А.Н., Морозов Ю.В.
Пневматические приводы: Методические указания. – М.:
МИИТ, 2009.– 44 с.

Методические указания содержат описание лабораторных работ, выполняемых студентами при изучении дисциплин «Гидравлика, гидро- и пневмоприводы» и «Приводы роботов».

© Московский государственный университет
путей сообщения (МИИТ), 2009

Введение

Пневматические приводы широко используются во многих отраслях промышленности, при автоматическом управлении технологическими процессами непрерывного действия, а также при автоматизации повторяющихся цикловых процессов. Применение пневмоприводов и средств пневмоавтоматики объясняется относительной простотой конструкции пневматических устройств и их обслуживанием, быстродействием привода и легкостью осуществления автоматизации.

В промышленных роботах пневмоприводы применяются для выполнения операций, как с поступательным, так и с поворотным движением звеньев привода, а также для управления захватным устройством. Логические элементы пневмопривода позволяют реализовать многие функции программного управления приводом без применения электронных систем (устройства пневмоавтоматики).

На путевых машинах (выправочно-подбивочно-рихтовочных, снегоочистителях, снего- и землеуборочных, путевых стругах, путеизмерителях, рельсошлифовальных поездах) пневмопривод используется для приведения в рабочее или транспортное положение рабочих органов машины, подачи звукового сигнала, приведения в действие стеклоочистителей и тормозов.

Целью выполнения лабораторных работ является приобретение учащимися навыков чтения принципиальных пневматических схем систем управления приводом, а также их монтажа и наладки. Лабораторные работы выполняются на стенде, в состав которого входят компрессор, блок подготовки воздуха, панели для набора пневмосхем и комплект пневмоустройств. Набор пневмоустройств, входящих в состав стенда, приведен в таблице 1.

Таблица 1.

Блок подготовки воздуха	
Коллектор	
Редукционный клапан с манометром	
Пневмоцилиндр одностороннего действия	
Пневмоцилиндр двустороннего действия	
Пневмоцилиндр двустороннего действия с встроенными дросселями	
Нормально закрытый 3/2-распределитель с ручным управлением - 2 шт	
Нормально открытый 3/2-распределитель с ручным управлением	
5/2-распределитель с ручным управлением	

Продолжение таблицы 1.

Нормально закрытый 3/2-распределитель
с управлением от ролика - 4 шт.



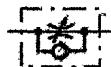
5/2-распределитель с односторонним
пневматическим управлением



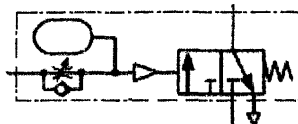
5/2-распределитель с двусторонним
пневматическим управлением - 2 шт.



Дроссель с обратным клапаном - 2 шт.



Пневмоклапан выдержки
времени



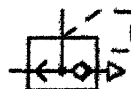
Логический пневмоклапан И - 2 шт.



Логический пневмоклапан ИЛИ - 2 шт



Пневмоклапан быстрого выхлопа



Манометр



Теоретические сведения.

Пневматический привод состоит из двух основных частей: силовой и управляющей. Функционально силовую часть пневмопривода можно разделить на следующие подсистемы: 1) подготовки воздуха; 2) распределения и 3) регулирования параметров сжатого воздуха; 4) исполнительных двигателей; 5) передачи сжатого воздуха между устройствами привода.

Принципиальные пневматические схемы технологических установок изображают в исходной позиции: давление питания подведено, установка «ждет» управляющего сигнала. На схемах условному графическому обозначению каждого пневмоустройства присваивают буквенно-цифровое позиционное обозначение по ГОСТ 2:704-76 или (в зарубежных схемах) цифровой индекс, формируемый по определенным правилам (см. таблицу 2).

Таблица 2.

Наименование устройства	Индекс
Аппаратура подготовки сжатого воздуха	0.1, 0.2, 0.3, ...
Исполнительные механизмы (ИМ)	1.0, 2.0, 3.0, ...
Исполнительные распределители	1.1, 2.1, 3.1, ...
Устройства, подающие сигналы на выдвижение штока цилиндра (после точки - четное число)	1.2, 1.4, 1.6, ... (для 1-го ИМ) 2.2, 2.4, 2.6, ... (для 2-го ИМ)
Устройства, подающие сигналы на втягивание штока цилиндра (после точки - нечетное число)	1.3, 1.5, 1.7, ... (для 1-го ИМ) 2.3, 2.5, 2.7, ... (для 2-го ИМ)
Регуляторы скорости и устройства, расположенные между ИМ и распределителями	1.01, 1.02, ... 2.01, 2.02, ...

Таким образом, индексы всех элементов, управляющих исполнительным механизмом 1.0, начинаются с цифры 1,

управляющих исполнительным механизмом 2.0 - с цифры 2 и т. д. В тех случаях, когда невозможно придерживаться правила использования четных и нечетных цифр после точки в зависимости от типа команды (втягивание или выдвижение штока цилиндра), применяют сквозную индексацию элементов. На схемах, приведенных в методических указаниях, применена цифровая индексация элементов.

Блок подготовки сжатого воздуха — это совокупность устройств кондиционирования воздуха, которые должны располагаться на каждой автономной машине или на каждом механизме в составе сложного технологического оборудования, потребляющего сжатый воздух. В зависимости от конструктивного исполнения пневмоэлементов, входящих в конкретный пневмопривод, состав и количество устройств, составляющих блок подготовки воздуха, могут быть различными.

В блок подготовки воздуха должны входить как минимум фильтр-влагоотделитель, редукционный клапан и маслораспылитель, установленные последовательно. На рис. 1, а показано обозначение блока подготовки воздуха, состоящего из отдельных устройств. На принципиальной пневмосхеме каждому из них присваивают свой номер для внесения в спецификацию. На рис. 1, б показано развернутое обозначение блока подготовки воздуха, выполненного в виде моноблока, а на рис. 1, в — его упрощенное обозначение.

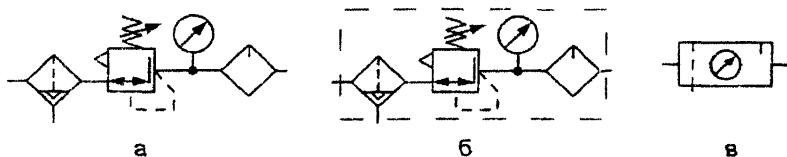


Рис. 1. Блок подготовки воздуха.

Управление энергией сжатого воздуха, заключающееся

в регулировании таких его параметров, как давление и расход, а также в распределении и направлении потоков сжатого воздуха, осуществляется посредством клапанов давления, дросселей, распределителей и других элементов направляющей и регулирующей подсистем привода. В направляющих и регулирующих устройствах воздействие на поток сжатого воздуха осуществляется посредством подвижных запорно-регулирующих элементов. Назначение запорно-регулирующего элемента состоит в изменении величины проходного сечения канала, через которых проходит поток сжатого воздуха.

Основными направляющими элементами пневмоприводов являются распределители. Функциональные возможности распределителей характеризуются количеством рабочих каналов, количеством позиций переключения, нормальной позицией распределителя, способом управления, пропускной способностью.

Например, нормально закрытый 3/2 (трехлинейный двухпозиционный) распределитель (см. табл. 1), который входит в состав оборудования пневмостенда, может занимать две позиции: 1 - питание перекрыто, потребитель связан с выхлопом; 2 - сжатый воздух поступает к потребителю, выхлоп перекрыт.

Четырехлинейный двухпозиционный пневмораспределитель (4/2-пневмораспределитель) (см. рис. 13) позволяет поочередно подавать сжатый воздух из магистрали высокого давления 1 по рабочим каналам 2 или 4 в одну из полостей пневмоцилиндра с одновременным соединением другой полости с атмосферой каналом 3.

На практике для управления пневмоцилиндрами двустороннего действия наиболее широко используют 5/2 пневмораспределители (рис. 2). 5/2 пневмораспределители проще по конструктивному исполнению, а их функциональные возможности несколько шире, чем у 4/2 пневмо-

распределителей, что обусловлено наличием не одного, а двух выхлопных каналов 3 и 5, отдельных для каждой рабочей полости цилиндра.

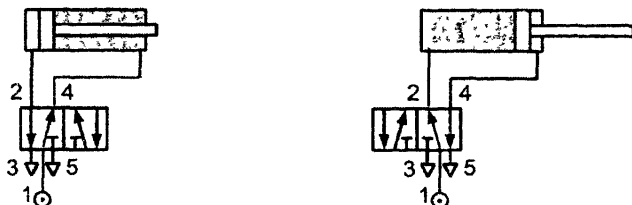


Рис. 2. Управление пневмоцилиндром двустороннего действия 5/2 пневмораспределителем.

Для решения более сложных задач управления пневмоцилиндрами используют трехпозиционные распределители, имеющие еще более широкие функциональные возможности. Это связано с тем, что такие распределители позволяют осуществить не два, а три варианта коммутации пневмолиний.

Для цифрового обозначения рабочих пневмолиний распределителей используют одноцифровые индексы, а линии управления пневмоаппаратами обозначают двузначными числами (см. рис. 3 и табл. 3). Первая цифра в подобном двузначном обозначении совпадает с индексом линии питания, а вторая — с индексом линии потребителя, в которую будет поступать сжатый воздух после подачи управляющего сигнала. Так, индекс 12 (рис. 3, б, в) на линии управления обозначает, что при наличии в этой линии пневматического сигнала управления сжатый воздух будет поступать к потребителю по рабочей линии 2. Чтобы закоммутировать линию потребителя 4 с линией питания 1, управляющий сигнал надо подать в линию 14 (рис. 3, в).

Индекс 10 (рис. 3, а) проставляется на линиях управления нормально открытых пневмораспределителей и обозначает, что в случае поступления в эту линию сигнала

управления подача сжатого воздуха потребителю прекратится.

Таблица 3.

Наименование линии	Буквенная ин- дексация	Цифровая ин- дексация
Линия питания (вход)	P	1
Линия потребителя (выход)	A, B	2,4
Линия выхлопа (сброс воздуха в атмосферу)	R, S	3,5
Линия управления	X, Y, Z	10, 12, 14

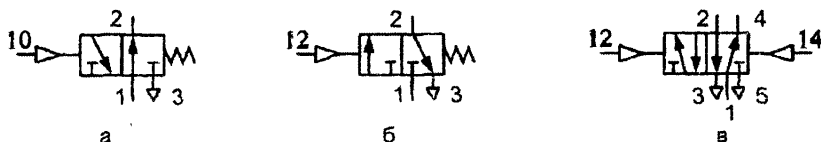


Рис. 3. Индексация линий управления распределителей.

В тех случаях, когда сжатый воздух подается к исполнительным механизмам непосредственно от пневмораспределителей с механическим или мускульным управлением, говорят о прямом управлении.

Пневмораспределители, которые переключаются в нормальную позицию посредством возвратных пружин (механических или пневматических), называют моностабильными. Такие распределители имеют единственное устойчивое состояние - нормальное для данной конструкции и определяющее состояние аппарата «на складе» (т. е. при отсутствии управляющих воздействий).

Двухпозиционные пневмораспределители, которые после снятия управляющего внешнего воздействия остаются в позиции, определяемой этим воздействием, называют бистабильными (с памятью позиции последнего переключе-

чения). Возврат их в исходную позицию осуществляется после подачи противоположного по значению управляющего сигнала. Данный распределитель может находиться в одной из двух возможных позиций переключения сколь угодно долго, поскольку в его конструкции отсутствуют элементы, однозначно определяющие положение запорно-регулирующего элемента.

У бистабильных распределителей с пневматическим управлением, входящих в состав пневмопривода, исходная позиция определяется не особенностями конструкции, а связями с элементами, управляющими этими аппаратами.

Так как площади управляющих поршней в бистабильных пневмораспределителях одинаковы, то в том случае, когда в обоих каналах управления распределителя присутствуют сигналы, он будет устанавливаться в позицию, определяемую сигналом, который пришел первым. Это свойство бистабильных пневмораспределителей часто используют в пневматических системах управления.

Расход сжатого воздуха регулируют с целью управления скоростью движения выходных звеньев исполнительных механизмов (чем больше расход, тем выше скорость). Простейшим элементов, позволяющим регулировать расход воздуха является дроссель. Управлять скоростью выходного звена пневмоцилиндров двустороннего действия можно дросселированием воздуха в линии нагнетания (регулирование на входе) или в выхлопной линии (регулирование на выходе).

Для примера рассмотрим регулирование скорости прямого хода (поршень движется вправо) двустороннего пневмоцилиндра. При регулирование на входе (рис. 4, а) рабочая полость (поршневая) заполняется медленно, столь же медленно возрастает и давление в ней. В этом случае давление в рабочей полости сильно зависит от колебаний значений нагружающего усилия, а восприятие цилиндром по-

путной нагрузки (направление действия которой совпадает с направлением движения штока) становится практически невозможным.

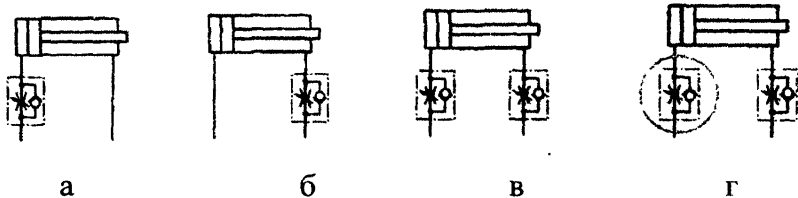


Рис. 4. Регулирование скорости движения штока пневмоцилиндра двустороннего действия.

По этой причине скорость движения штока пневмоцилиндра двустороннего действия регулируется преимущественно на выходе (рис. 4, б). Сжатый воздух при такой схеме включения дросселя с обратным клапаном свободно поступает в рабочую (поршневую) полость цилиндра, тогда как в выхлопной (штоковой) создается «подпор», тормозящий поршень. При этом в обеих полостях поддерживается высокий уровень давления, что обеспечивает плавный ход поршня, практически не зависящий от колебаний значения нагружающего усилия.

Для независимого регулирования скоростей прямого и обратного ходов дроссели с обратными клапанами устанавливают в обеих пневмолиниях, подсоединенных к цилиндру (рис. 4, в). При такой схеме установки дросселей с обратными клапанами сжатый воздух свободно проходит в рабочую полость цилиндра через обратный клапан, а вытекает через дроссель, создающий сопротивление отработавшему воздуху.

При моделировании схем на лабораторном стенде, устанавливая дроссель с обратным клапаном, следует обращать внимание на направление, в котором дросселируется поток воздуха. Например, на схеме (рис. 4, г) оба дросселя с обратным клапаном будут регулировать скорость прямо-

го хода цилиндра, в то время как скорость обратного хода регулироваться не будет.

Из вышесказанного, на первый взгляд, можно сделать вывод о том, что исполнительный механизм будет двигаться с максимально возможной скоростью, если в его выхлопной магистрали отсутствуют дросселирующие устройства. Однако нельзя забывать, что и пневмолинии, и распределители представляют собой сопротивления на пути сжатого воздуха. Поэтому максимально возможную скорость исполнительный механизм разовьет лишь в том случае, если сброс воздуха в атмосферу будет осуществляться непосредственно за его выхлопной полостью. Реализовать этот вариант можно путем применения клапана быстрого выхлопа (см. табл. 1), который, с одной стороны, свободно пропускает сжатый воздух к исполнительному механизму, а с другой — сбрасывает отработавший воздух непосредственно в атмосферу.

Регулирование скорости движения исполнительных механизмов не ограничивается только использованием дросселей и клапанов быстрого выхлопа. Существует множество схемных решений с применением клапанов давления, дополнительных емкостей, внешних тормозных устройств и др. Все указанные способы регулирования, как правило, связаны с необходимостью размещения дополнительных устройств и поэтому обуславливают увеличение размеров, массы и стоимости привода.

Регулирование давления в пневмоприводах осуществляют с помощью клапанов давления — предохранительных и редуccionных. Принципиальные отличия между этими двумя типами клапанов состоят в следующем: предохранительные клапаны контролируют давление «перед собой» и являются нормально закрытыми, а редуccionные — «за собой» и являются нормально открытыми (см. табл. 1).

Исполнительные пневмодвигатели преобразуют энер-

гию сжатого воздуха в линейное (пневмоцилиндры), поворотное (поворотные пневмодвигатели) или вращательное (пневмомоторы) движение выходного звена. Усилие, развиваемое исполнительным двигателем, пропорционально давлению сжатого воздуха, а скорость движения выходного звена двигателя определяется расходом воздуха.

Система передачи сжатого воздуха между устройствами привода включает в себя трубопроводы и соединения. Трубопроводы могут быть гибкими (рукава) и жесткими. Гибкие трубопроводы изготавливают из синтетических материалов (полихлорвинила, полиамида, полиуретана и др.), жесткие – из углеродистой стали, меди, медных и алюминиевых сплавов.

Неразъемные соединения применяют преимущественно в магистральных трубопроводах, не подлежащих демонтажу. Выполняют их с помощью сварки или пайки. Для стыковки трубопроводов друг с другом и с элементами пневмосистемы служат соединения (резьбовые и фланцевые). Герметизация места соединения обеспечивается с помощью уплотнительных колец, либо с помощью паронитовых, резиновых или картонных прокладок, которые деформируются при затяжке соединения. Для удобной разводки нескольких трубопроводов от одной точки присоединения используют разводные коллекторы. В тех случаях, когда необходимо разъединить трубопровод без потери герметизации применяют быстроразъемные муфты с встроенным обратным клапаном.

Система управления (СУ) пневмоприводом осуществляет функции управления и контроля, связанные с необходимостью выполнения целого ряда операций логического и вычислительного характера. Уровень сложности логических связей между входными (информационными) и выходными (управляющими) сигналами СУ зависит от коли-

чества исполнительных механизмов, которыми требуется управлять, и алгоритма их совместной работы; от необходимости обеспечить условия безопасной работы обслуживающего персонала; от степени поддержки установкой различных сервисных функций. Проектирование логических схем системы управления приводом основано на использовании законов алгебры логики. В пневматических СУ можно реализовать логические функции как с помощью специальных логических пневмоэлементов («И», «ИЛИ» и т.п.), так и с помощью распределителей.

В пневматических СУ функция «ДА» может быть реализована с помощью нормально закрытого моностабильного 3/2-пневмораспределителя (вид управления им может быть различным) (рис. 5).

Логическая функция «НЕ», или логическое отрицание, реализуется в пневматических схемах с помощью нормально открытого моностабильного 3/2 пневмораспределителя (рис. 6). Производители пневматического оборудования, как правило, не выпускают специальных элементов для реализации логических функций «ДА» и «НЕ». Это объясняется тем, что данные функции могут поддерживаться серийно выпускаемыми моностабильными 3/2-пневмораспределителями, нормально закрытыми («ДА») и нормально открытыми («НЕ») соответственно.

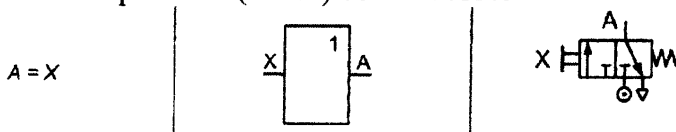


Рис. 5. Логическая функция «ДА».

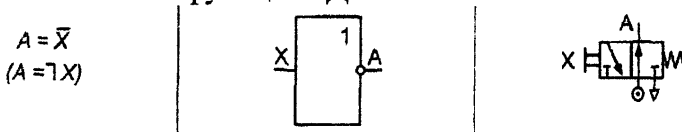


Рис. 6. Логическая функция «НЕ».

Для реализации логических функций «ИЛИ» и «И» выпускают специальные логические клапаны (рис. 7, 8).

$$A = X + Y$$

$$(A = X \vee Y)$$

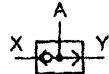
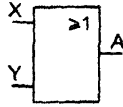


Рис. 7. Логическая функция «ИЛИ».

$$A = X \cdot Y$$

$$(A = X \wedge Y)$$

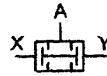
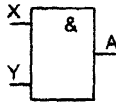


Рис. 8. Логическая функция «И».

Примером использования логического пневмоклапана «И» является реализация двуручного управления прессом. В целях обеспечения безопасной работы обслуживающего персонала (для защиты рук операторов) пресс включается только тогда, когда оператор одновременно воздействует двумя руками на два различных органа управления, вследствие чего исключается возможность попадания руки в зону прессования при выполнении рабочей операции.

Клапан «ИЛИ» используется, когда необходимо обеспечить независимого управления пневмоцилиндром из двух разных мест.

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 (рис. 9). В пневмоклапане выдержки времени управляющий пневматический сигнал X, поступает в полость управления распределителя не напрямую, как в стандартных распределителях, а после прохождения через дроссель с обратным клапаном и не-

большую емкость. Настройка дросселя влияет на величину расхода воздуха, следовательно, она определяет время, за которое давление в емкости повысится до уровня, достаточного для срабатывания распределителя.

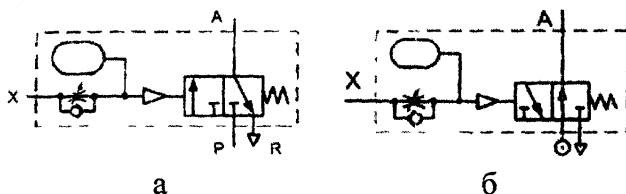


Рис. 9. Пневмоклапан выдержки времени.

Клапан возвращается в исходное состояние одновременно со снятием сигнала управления X , поскольку воздух из емкости практически мгновенно сбрасывается в атмосферу через обратный клапан. Пневмоклапаны выдержки времени традиционного исполнения имеют один недостаток, ограничивающий область применения подобных устройств в автоматизированных системах, в которых при выполнении технологических операций требуется соблюдение точных временных интервалов. Суть этого недостатка в том, что время наполнения встроенной в клапан емкости в значительной мере зависит от степени чистоты воздуха и постоянства давления в сети.

В пневмоклапанах выдержки времени могут применяться как нормально открытые (рис. 9, б), так и нормально закрытые распределители (рис. 9, а). При этом в зависимости от способа установки обратного клапана можно получить временную задержку либо момента включения распределителя (задержка по переднему фронту, рис. 9, а), либо момента его возврата в исходное положение (задержка по заднему фронту, рис. 9, б).

Пневмоклапаны выдержки времени часто применяют для реализации различного рода блокировок, в частности, при осуществлении двуручного управления прессами.

Лабораторная работа №1. Прямое и не прямое управление пневмоцилиндрами.

Цель работы: изучение основных способов управления пневмоцилиндрами одностороннего и двустороннего действия.

1. Прямое управление пневмоцилиндром.

Задание. Разработать принципиальную пневматическую схему привода подачи заготовок из накопителя на рабочую позицию сверлильного станка (рис. 10) на базе пневмоцилиндров одностороннего и двухстороннего действия. При нажатии на пневматическую кнопку «Пуск» шток цилиндра выдвигается и перемещает заготовку из накопителя в рабочую позицию. После отпускания пусковой кнопки шток возвращается в исходную позицию.

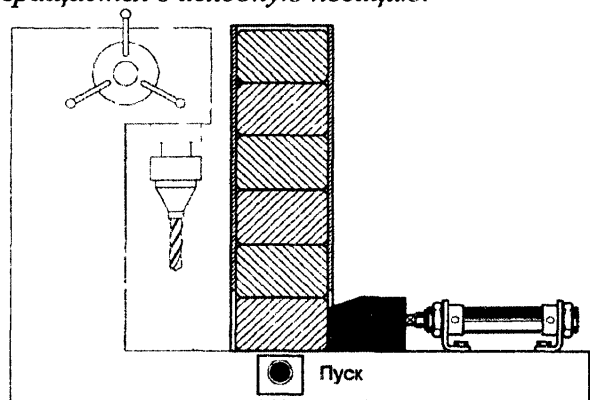
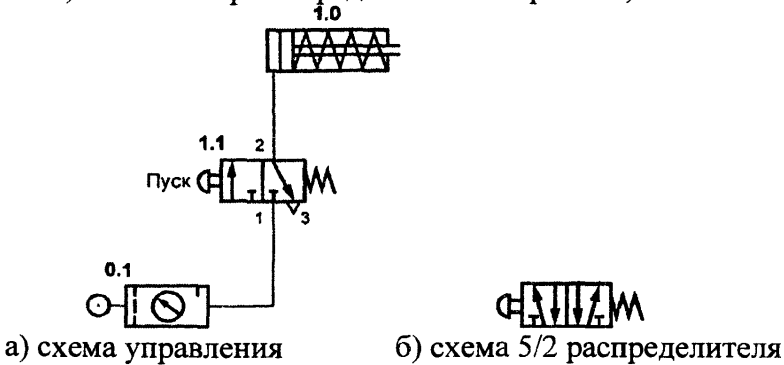


Рис. 10. Схема сверлильного станка с механизированной подачей заготовок на рабочую позицию.

В качестве исполнительного пневмодвигателя привода подачи заготовок можно применить цилиндр одностороннего или двустороннего действия. Один из вариантов схемы с использованием для управления пневмоцилиндром одностороннего действия 3/2 распределителя приведен на рис. 11. При нажатии на кнопку «Пуск» срабатывает 3/2

распределитель с ручным управлением, шток цилиндра выдвигается, перемещая заготовку на рабочую позицию сверлильного станка. После ее отпускания шток возвращается в исходную позицию.

Схема прямого управления таким пневмоцилиндром может быть реализована с использованием 5/2 распределителя, схема которого представлена на рис. 11, б.



а) схема управления б) схема 5/2 распределителя
Рис. 11. Использование пневмоцилиндра одностороннего действия в приводе подачи заготовок.

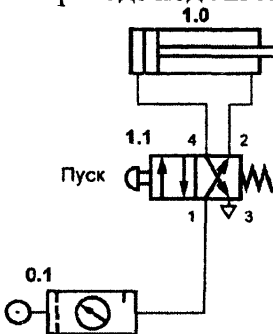


Рис. 12. Использование двустороннего пневмоцилиндра в приводе подачи заготовок.

В качестве двигателя можно использовать пневмоцилиндр двухстороннего действия. Схема на рис. 12 работает следующим образом. При нажатии на кнопку «Пуск» срабатывает 4/2 распределитель с ручным управлением,

шток цилиндра выдвигается, перемещая заготовку на рабочую позицию сверлильного станка. После ее отпускания шток возвращается в исходную позицию.

2. Непрямое управление пневмоцилиндром.

Задание 1. Разработать принципиальную пневматическую схему системы управления прессом для гофрирования металлического листа (рис. 13) на базе пневмоцилиндра двухстороннего действия. Пресс работает следующим образом. При нажатии на кнопку «Пуск» шток пневмоцилиндра выдвигается и, опуская пуансон, производит операцию штамповки. После отпускания пусковой кнопки шток возвращается в исходную позицию.

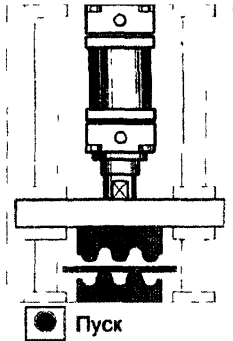


Рис. 13. Схема пресса для гофрирования металлического листа

Для обеспечения необходимого усилия прессования должен быть использован цилиндр достаточно большого диаметра. При прямом управлении расход сжатого воздуха через пневматическую кнопку будет недостаточен для обеспечения быстрого выдвижения штока цилиндра, следовательно, необходимо применить не прямое управление пневмоцилиндром. Пример такой схемы представлен на рис. 14.

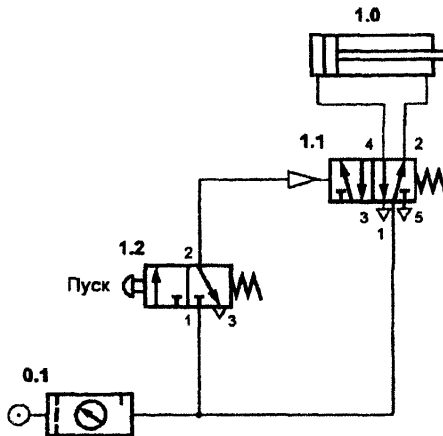


Рис. 14. Непрямое управление пневмоцилиндром двухстороннего действия (моностабильная схема).

Задание 2. Разработать принципиальную пневматическую схему системы управления дверью муфельной печи (рис. 15) на базе бесштокового пневмоцилиндра двухстороннего действия. Закрытие и открытие двери производить кратковременным нажатием на соответствующие кнопки.

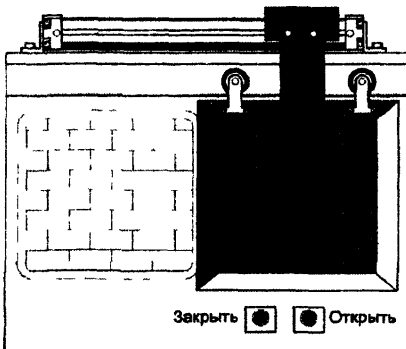


Рис. 15. Схема муфельной печи.

Для того чтобы дверь муфельной печи оставалась в положении «Открыто» или «Закрыто» после кратковременного нажатия соответствующих кнопок, управлять привод-

Лабораторная работа №2. Управление пневмоцилин- драми по скорости и положению.

Цель работы: Ознакомление с основными способами управления скоростью и положением выходного звена исполнительных механизмов.

Задание 1. Разработать принципиальную пневматическую схему системы управления подачей рабочего инструмента на сверлильном станке (рис. 17). При кратковременном нажатии на кнопку «Пуск» патрон с инструментом совершает рабочую операцию, и после ее выполнения автоматически возвращается в исходную позицию. Разработать также схемы управления подачей, чтобы: 1) скорость рабочей подачи была регулируемой; 2) скорость отвода инструмента была максимально возможной.

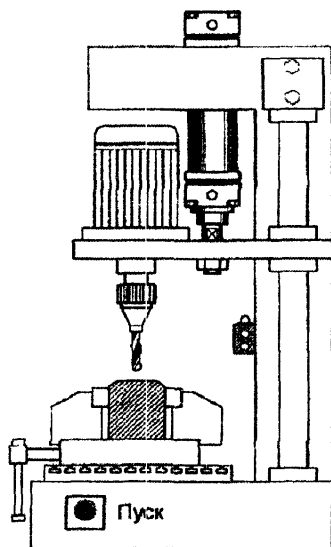


Рис. 17. Схема сверлильного станка.

На рис. 18 представлен один из вариантов пневматической схемы управления станком.

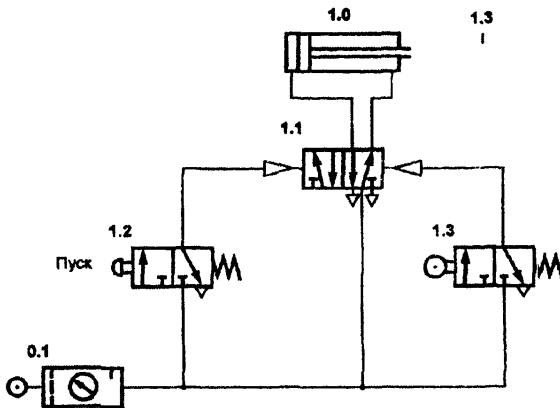


Рис. 18. Полуавтоматическая схема управление пневмоцилиндром по положению.

Задание 2. Разработать принципиальную пневматическую схему автоматической системы управления пневмоприводом подачи деталей из двух накопителей на конвейер (рис. 19). Детали подаются поочередно. При включенной кнопке «Пуск» плунжер загрузки совершает возвратно-поступательное движение. После отпускания кнопки «Пуск» происходит остановка плунжера в любом крайнем положении. Разработать схему с возможностью регулирования прямого и обратного хода (дрозсель на выходе).

Пример принципиальной пневматической схемы станка показан на рис. 20. В приведенной схеме применена сквозная индикация входящих в нее элементов, т.к. распределитель 1.2 запитывает распределители 1.3 и 1.4, управляющие выдвиганием и втягиванием штока пневмоцилиндра. Расположение обозначений путевых выключателей 1.3 и 1.4 в зоне обозначения пневмоцилиндра 1.0 может усложнить чтение схемы, поэтому для однозначного указания расположения путевых выключателей относительно пневмоцилиндра места их установки обозначают вертикальной чертой и индексом, присвоенным соответствующему вы-

ключателю. С целью показать, что концевой выключатель 1.3 в исходном положении привода активирован, его изображают в переключенном состоянии под действием механического кулачка.

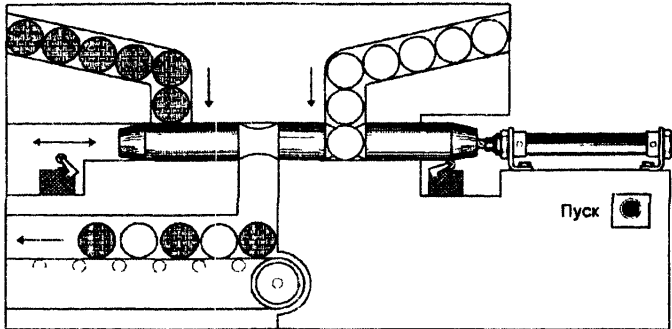


Рис. 19. Схема станка для подачи деталей на конвейер.

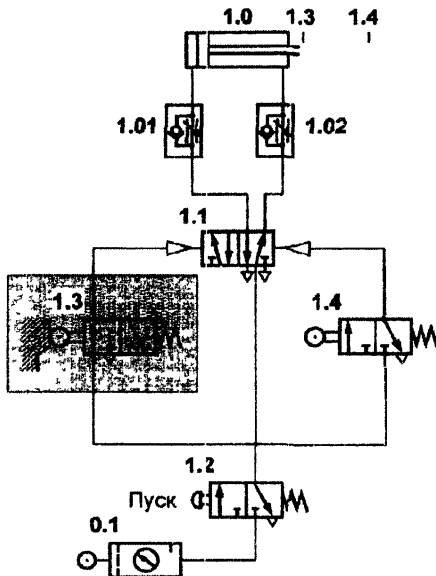


Рис. 20. Пневматическая схема станка для поочередной подачи деталей из двух накопителей на конвейер.

Порядок выполнения работы.

1. Преобразовать схему на рис. 18 так, чтобы были выполнены дополнительные условия.
2. Смоделировать схемы с учетом дополнительных условий на пневмостенде и проверить правильность их работы. Для реализации схемы с максимально возможной скоростью отвода инструмента использовать клапан быстрого выхлопа.
3. Измерить скорости прямого и обратного ходов пневмоцилиндра во всех трех схемах, сделать выводы.
4. Для схемы с регулируемой скоростью подачи измерить скорость пневмоцилиндра при разной степени открытия дросселя.
5. Смоделировать схему (рис. 20) на пневмостенде и проверить правильность ее функционирования.

Лабораторная работа №3. Реализация логических функций в пневмоприводах.

Цель работы: Ознакомление с реализацией логических функций на основе логических пневмоклапанов и посредством схемных решений.

1. Реализация логической функции «И».

Задание. Разработать принципиальную пневматическую схему машины для обрезки листов бумаги до заданного формата на базе пневмоцилиндра двухстороннего действия (рис. 21). Для обеспечения безопасности работы оператора пуск должен производиться только при нажатии двух кнопок. Возврат резака осуществляется автоматически после выполнения рабочей операции.

На рис. 22 – 24 представлены различные варианты решения поставленной задачи. С точки зрения элементной базы схема на рис. 24 является минимальной по количеству элементов. Но при решении более сложных задач не всегда

удается реализовывать логические функции без применения логических пневмоклапанов.

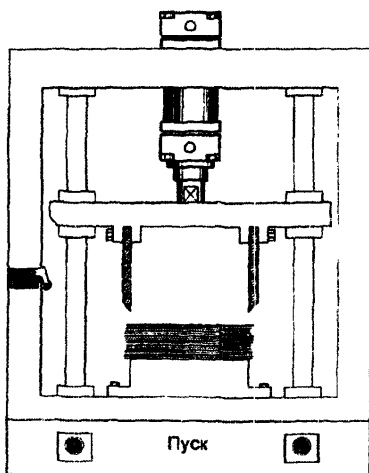


Рис. 21. Схема бумагорезательной машины.

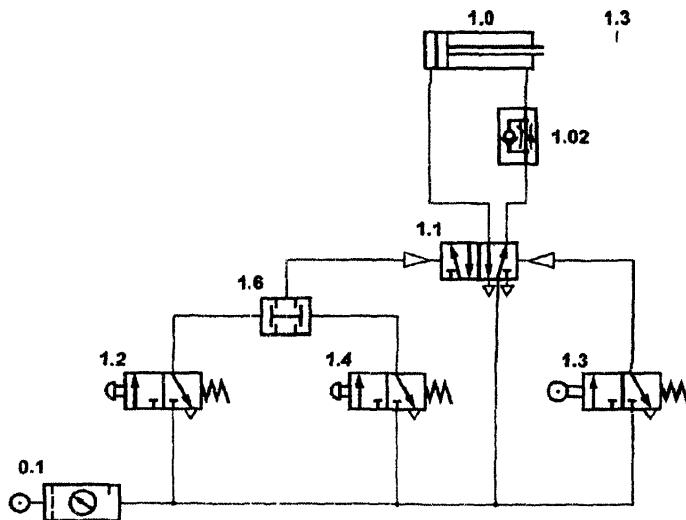


Рис. 22. Реализация логической функции «И» с использованием логического пневмоклапана.

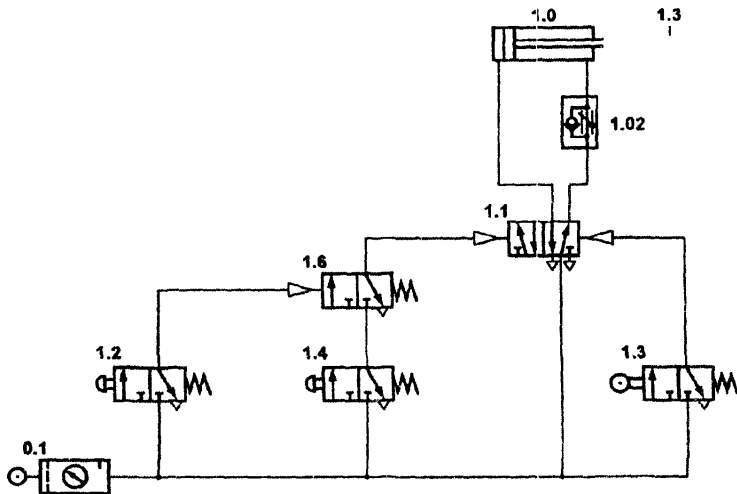


Рис. 23. Реализация логической функции «И» с использованием 3/2 нормально закрытого моностабильного распределителя с пневматическим управлением.

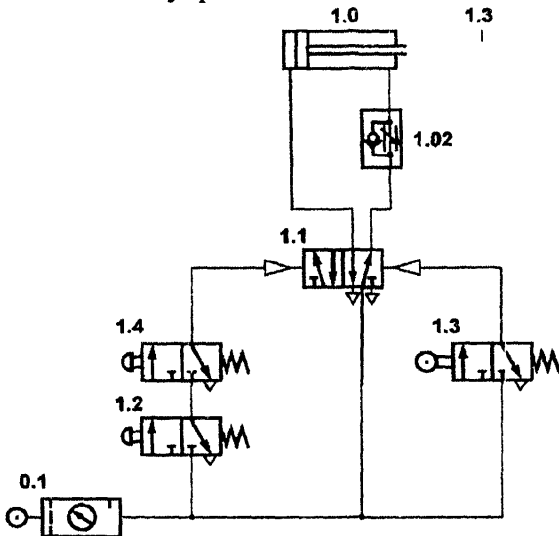


Рис. 24. Реализация логической функции «И» последовательным соединением двух нормально закрытых 3/2 распределителей.

2. Реализация логической функции «ИЛИ».

Задание. Коробки подаются на транспортный конвейер с двух упаковочных рабочих мест с помощью пневматического толкателя (рис. 25). Выдвижение штока толкателя производится с левого или правого рабочего места при кратковременном нажатии на любую из кнопок «Пуск». Возврат толкателя в исходную позицию осуществляется автоматически.

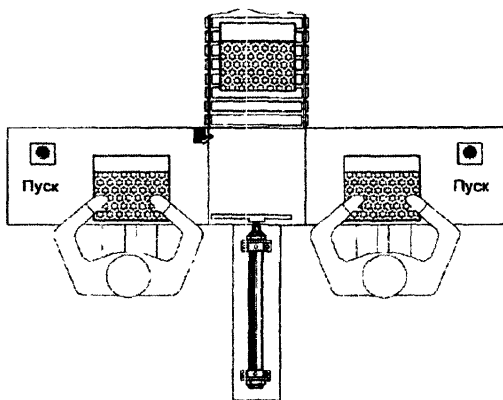


Рис. 25. Схема работы толкателя.

На рис. 26 и 27 показаны схемы решения поставленной задачи с применением пневмоклапана «ИЛИ» и 3/2 нормально закрытого пневмораспределителя. В схеме на рис. 27 по команде от кнопки 1.2 распределитель 1.6 переключается, в результате чего сжатый воздух от линии питания 1 подается на управление распределителем 1.1. При нажатии же на кнопку 1.4. сигнал поступает в линию управления распределителем 1.1. через линию 3 пневмораспределителя 1.6. Такое схемное решение применяют редко, поскольку логические Пневмоклапаны «ИЛИ» намного дешевле распределителей и значительно превосходят их по надежности работы.

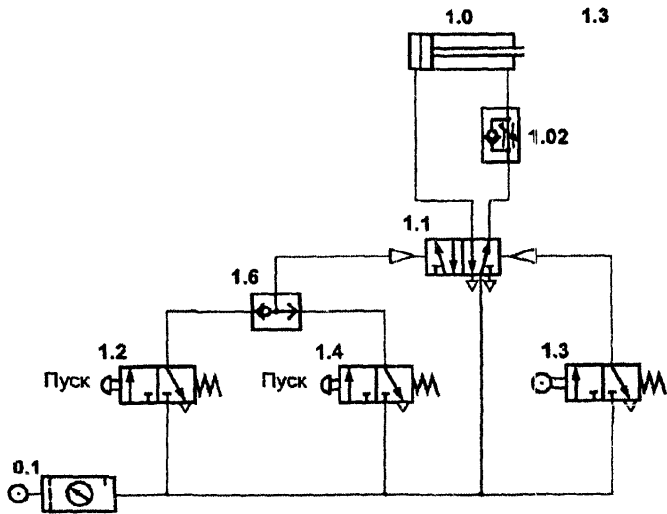


Рис. 26. Пневматическая схема толкателя с двумя альтернативными пусковыми кнопками.

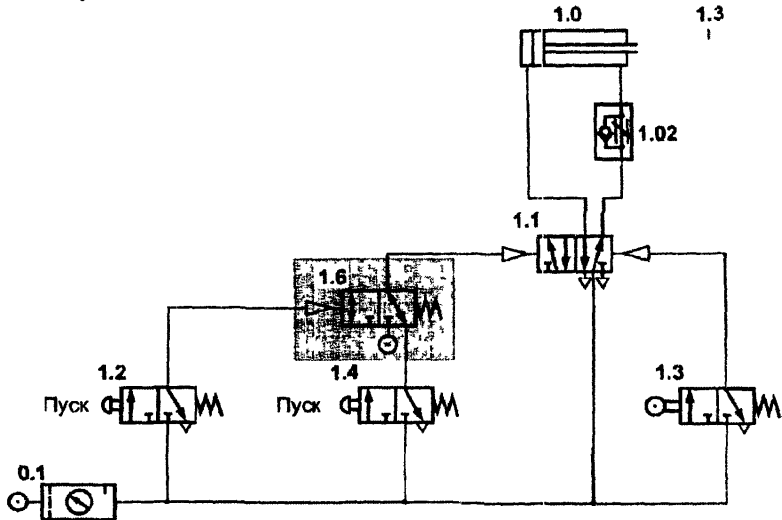


Рис. 27. Реализация логической функции «ИЛИ» посредством 3/2 нормально закрытого моностабильного распределителя с пневматическим управлением.

3. Реализация логических функций «И» и «ИЛИ».

Задание 1. Разработать принципиальную пневматическую схему системы управления зажимом заготовки (рис. 28). Зажим заготовки на фрезерном станке осуществляется пневмоприводом при нажатии одной из двух пусковых кнопок, разжим заготовки производится третьей кнопкой. Дополнительные условия: 1) зажим возможен только при наличии заготовки; 2) разжим должен быть заблокирован при фрезеровании заготовки.

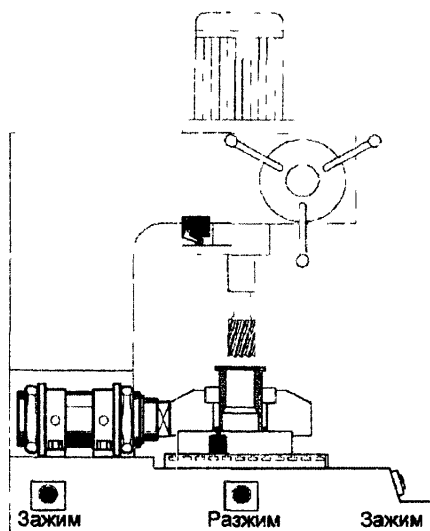


Рис. 28. Схема фрезерного станка.

Схема, удовлетворяющая поставленным условиям, показана на рис. 29. В схеме для реализации логических функций использованы логические пневмоклапаны «И» и «ИЛИ».

Использование алгебраической записи логических функций позволяет во многих случаях несколько упрощать функции, а, следовательно, и пневматические схемы, путем применения известных математических преобразования. При этом логические взаимосвязи между сигналами сохраняются. Основные соотношения алгебры логики приведены ниже:

$$X + 1 = 1$$

$$X + X = 1;$$

$$X \cdot X = X;$$

$$X + X = X;$$

$$X \cdot 1 = X;$$

$$X \cdot \bar{X} = 0,$$

где 1 — постоянный пневматический сигнал.

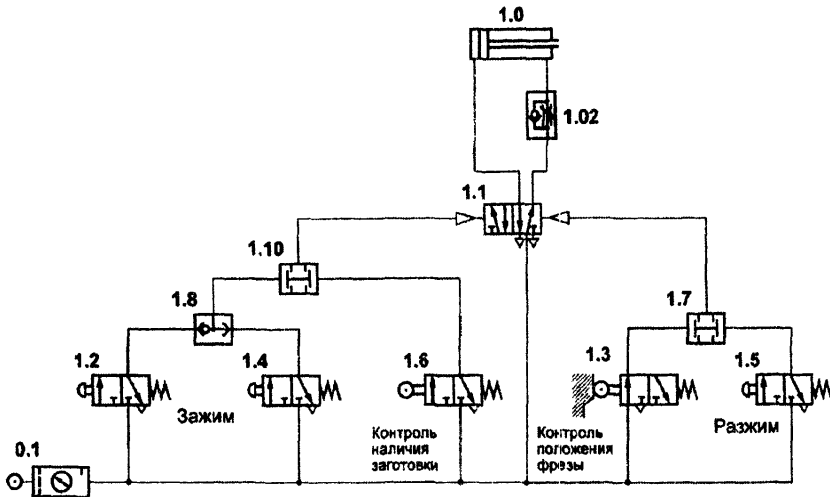


Рис. 29. Пневматическая схема зажимного устройства фрезерного станка.

Задание 2. Разработать принципиальную пневматическую схему хонинговального станка на базе пневмоцилиндра двухстороннего действия (рис. 30). Осуществить подачу (возвратно - поступательное движение) рабочего инструмента хонинговального станка посредством пневмопривода. Для обеспечения условий безопасности стартовый сигнал подается либо при закрытии ограждения, либо при нажатии двух пусковых кнопок (двуручное управление). Дополнительные условия: 1) после окончания работы хон должен остановиться в верхнем положении; 2) скорость движения хона должна быть регулируемой.

Пневматическая схема станка представлена на рис. 31. На рис. 32 показана пневматическая схема после упрощения.

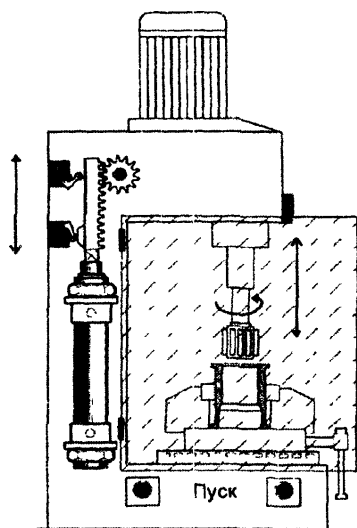


Рис. 30. Схема хонинговального станка.

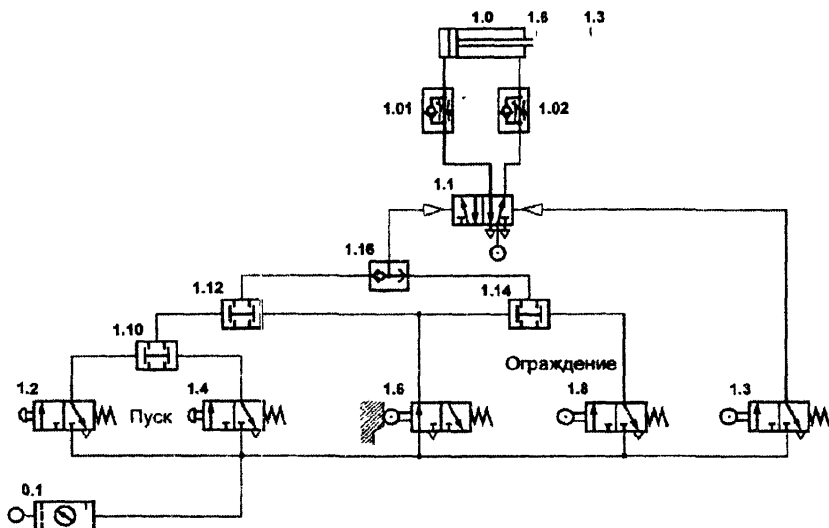


Рис. 31. Пневматическая схема управления рабочим инструментом хонинговального станка.

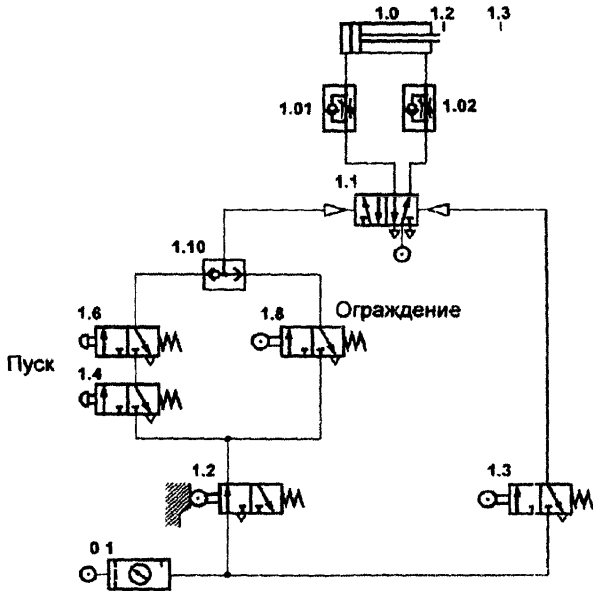


Рис. 32. Упрощенная пневматическая схема управления рабочим инструментом хонинговального станка.

Порядок выполнения работы.

1. Смоделировать на пневмостенде указанные преподавателем схемы. Проверить правильность их функционирования.

Лабораторная работа №4. Управление пневмоцилиндрами по времени и давлению.

Цель работы: Ознакомление с принципом действия и применением пневмоклапанов выдержки времени, реализация управления по давлению.

1. Управление по времени.

Задание 1. В машине для литья под давлением металл подается в пресс-форму пневмоприводным поршнем (рис. 33). При кратковременном нажатии на пусковую кнопку

поршень опускается и вытесняет металл из камеры прессования в пресс-форму. В таком положении поршень находится 5 секунд для того, чтобы образовалась отливка. После временной выдержки поршень возвращается в исходную позицию. Дополнительные условия: 1) скорость прямого и обратного хода должна быть регулируемой, 2) выдвижение штока цилиндра возможно только в том случае, если он находится в крайнем втянутом положении.

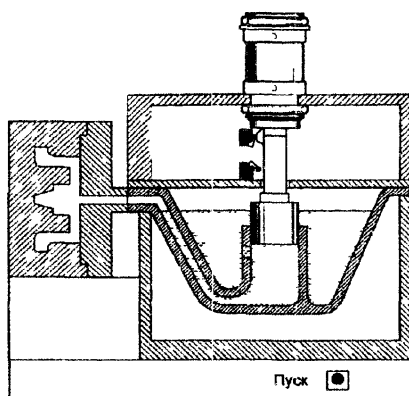


Рис. 33. Схема машины для литья под давлением.

Пневматическая схема машины для литья под давлением показана на рис. 35. Для осуществления выдержки времени пневмоцилиндра в конце рабочего хода в схеме использован клапан выдержки времени 1.5 с задержкой по переднему фронту на базе нормально закрытого 3/2 распределителя. Диаграмма функционирования клапана 1.5 приведена на рис. 34.

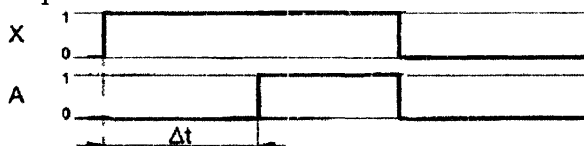


Рис. 34. Диаграмма функционирования клапана.

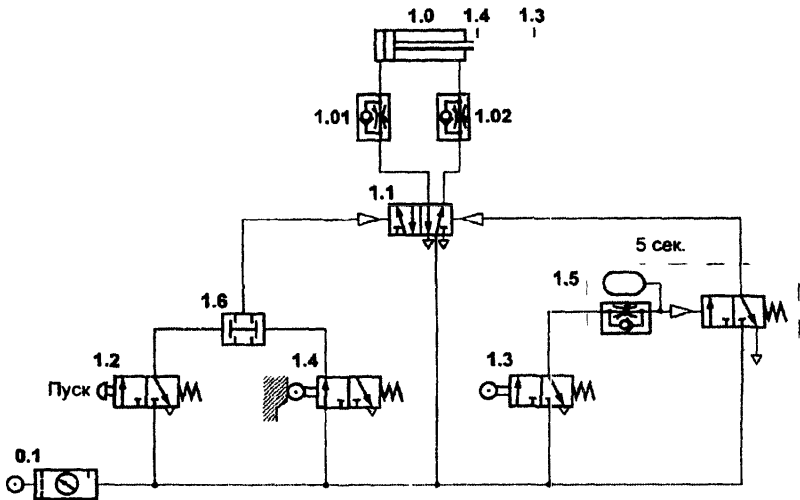


Рис. 35. Пневматическая схема машины для литья под давлением.

Задание 2. Разработать принципиальную пневматическую схему прессы с двуручным управлением. На прессе осуществляется запрессовка бронзовой втулки в крышку цилиндра. Для того чтобы не допустить попадание рук оператора в опасную зону при рабочем ходе прессы, его пуск осуществляется нажатием двух кнопок. С целью исключения попытки управления прессом одной пусковой кнопкой (при принудительно зафиксированной во включенном положении второй кнопке) интервал между нажатием пусковых кнопок не должен превышать 0,5 с. При отпуске одной, или обеих кнопок шток приводного цилиндра немедленно втягивается.

Данная задача имеет большое количество решений, базирующихся на различных вариантах исполнения пневмоклапанов выдержки времени. Для примера ниже приведены три варианта решения, основанные на свойстве бистабильных распределителей оставаться в положении, которое

определяется первым из двух поступивших на входы распределителя управляющих сигналов Z или Y.

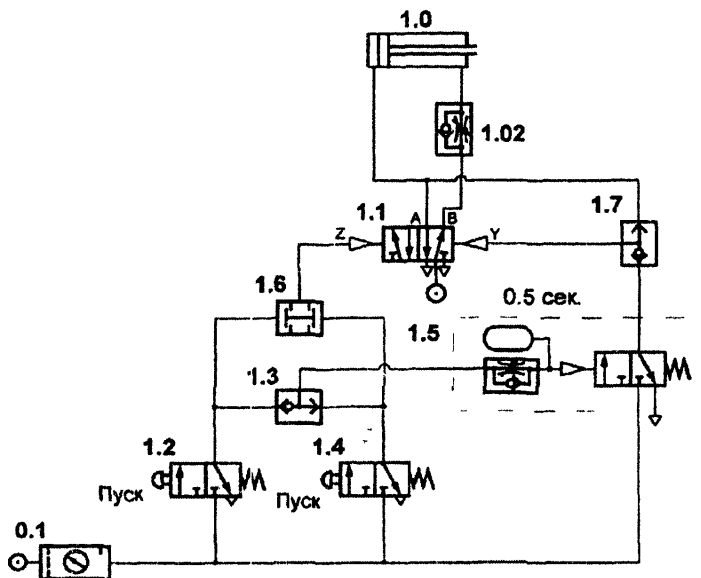


Рис. 36. Схема с применением клапана выдержки времени с задержкой по переднему фронту.

Схема на рис. 36 работает следующим образом. При одновременном нажатии (или с интервалом $\leq 0,5$ с) двух пусковых кнопок (1.2 и 1.4) сигнал от пневмоклапана «И» 1.6 подается на распределитель 1.1 (в канал Z) и переключает его - шток цилиндра 1.0 начинает выдвигаться. При этом сигнал из канала A распределителя 1.1 через пневмоклапан «ИЛИ» 1.7 поступает на распределитель 1.1 (в канал Y), но не переключает его в исходное состояние, т.к. сигнал в канале Z уже присутствует. Через 0,5с после нажатия первой из пусковых кнопок сигнал от нее через пневмоклапан «ИЛИ» 1.3, пневмоклапан выдержки времени 1.5 и пневмоклапан «ИЛИ» 1.7 также поступает на распределитель 1.1 (в канал Y).

Если пусковые кнопки нажать с интервалом большим, чем 0,5с, то на распределителе 1.1 сначала появится управляющий сигнал в канале У (через 0,5с после нажатия любой пусковой кнопки), блокируя действие сигнала в канале Z, который появится после нажатия второй кнопки «Пуск» - распределитель 1.1 останется в исходном состоянии.

Если отпустить одну или обе пусковые кнопки, то сигнал на выходе пневмоклапана «И» 1.6 и в канале Z распределителя 1.1 пропадет, что приведет к переключению распределителя 1.1 под действием сигнала в канале У, поступающему с выхода А и возврату штока цилиндра 1.0 в исходное состояние.

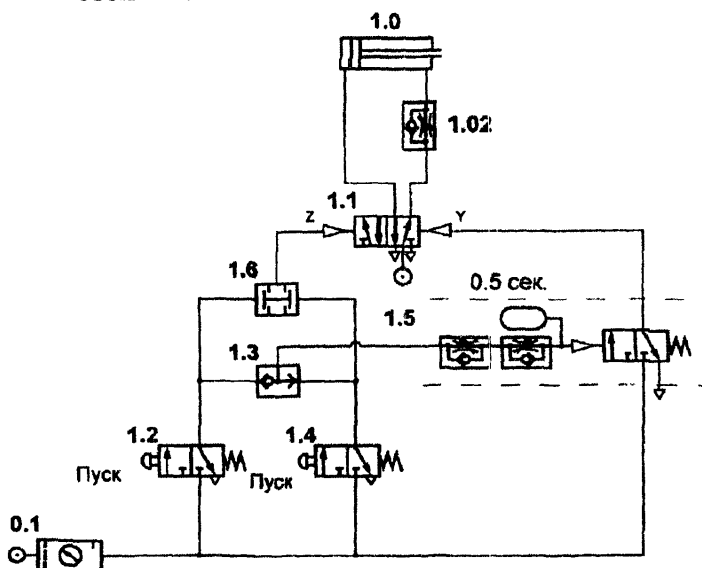


Рис. 37. Схема с применением клапана выдержки времени с задержкой по переднему и заднему фронту.

В схеме на рис. 37 использован клапан выдержки времени 1.5 с задержкой по переднему и заднему фронтам. При одновременном нажатии (или с интервалом $\leq 0,5$ с)

двух пусковых кнопок (1.2 и 1.4) сигнал от пневмоклапана «И» 1.6 подается на распределитель 1.1 (в канал Z) и переключает его - шток цилиндра 1.0 начинает выдвигаться. Через 0,5с после нажатия одной из пусковых кнопок сигнал от нее через пневмоклапан «ИЛИ» 1.3, пневмоклапан выдержки времени 1.5 также поступает на распределитель 1.1 (в канал У), но не переключает его в исходное состояние, т.к. в канале Z сигнал уже присутствует.

Если пусковые кнопки нажать с интервалом большим, чем 0,5с, то на распределителе 1.1 сначала появится управляющий сигнал в канале У (через 0,5с после нажатия первой пусковой кнопки), блокируя действие сигнала в канале Z, который появится после нажатия второй кнопки «Пуск» - распределитель 1.1 останется в исходном состоянии.

Если отпустить одну пусковую кнопку, то сигнал на выходе пневмоклапана «И» 1.6 и в канале Z распределителя 1.1 пропадет, а в канале У останется (пневмоклапан выдержки времени 1.5 активирован второй кнопкой «Пуск»), что приведет к переключению распределителя 1.1 и возврату штока цилиндра 1.0 в исходное состояние.

При одновременном отпускании пусковых кнопок сигнал на выходе пневмоклапана «И» 1.6 и в канале Z распределителя 1.1 пропадет, а в канале У останется, т.к. пневмоклапан выдержки времени 1.5 обеспечивает задержку и по заднему фронту. Распределитель 1.1 переключится в исходное состояние, шток цилиндра 1.0 втянется.

В схеме на рис. 38 использован формирователь импульса 1.8. В исходном состоянии в канале управления У распределителя 1.1 присутствует сигнал, поступающий от пусковых кнопок 1.2 и 1.4 через пневмоклапан «ИЛИ» 1.3.

При одновременном нажатии (или с интервалом $\leq 0,5с$) пусковых кнопок 1.2 и 1.4 сигнал на выходе пневмоклапана «ИЛИ» 1.3 пропадает, а через пневмоклапан «ИЛИ» 1.6

от формирователя импульса 1.8 на распределитель 1.1 (в канал Z) подается импульс длительностью 0,5с и переключает его - шток цилиндра 1.0 начинает выдвигаться.

Если пусковые кнопки нажать с интервалом большим, чем 0,5с, то в канал управления Z распределителя 1.1 поступит сигнал длительностью 0,5с от первой из нажатых кнопок. При этом в канале управления У сигнал уже присутствует от ненажатой пусковой кнопки, следовательно переключения распределителя 1.1 не произойдет.

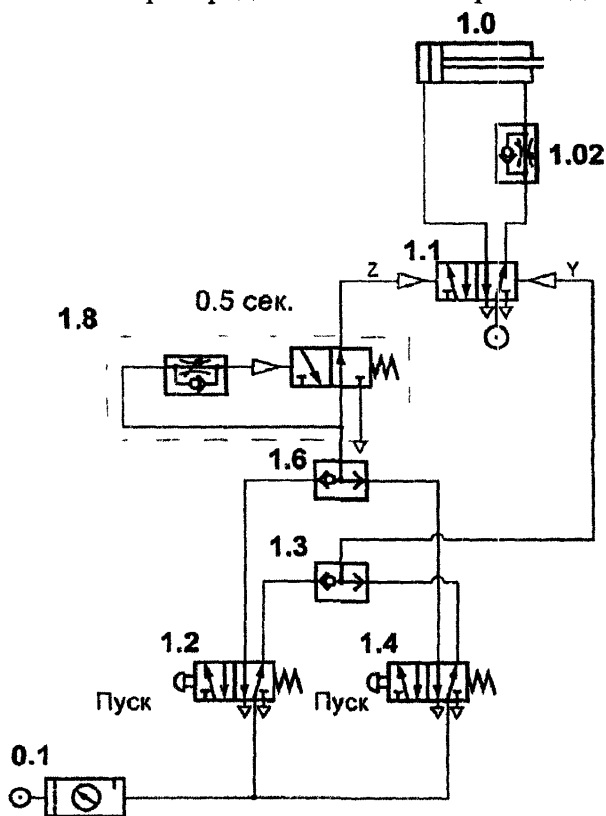


Рис. 38. Схема на базе 5/2 распределителя и формирователя импульса.

Нажатие на вторую кнопку «Пуск» приведет к снятию сигнала в канале У распределителя 1.1, однако переключения его не произойдет, т.к. формователь импульса 1.8 уже отработал от первой пусковой кнопки и имеет сигнал на входе от нажатой кнопки. Если отпустить одну или обе пусковые кнопки, то в канал У управления распределителя 1.1 поступит сигнал от пневмоклапана «ИЛИ» 1.3, что приведет к втягиванию штока цилиндра.

2. Управление по давлению.

Задание. Разработать принципиальную пневматическую схему установки для формирования комплектов бутылок. Пластиковые бутылки, поступающие по конвейеру в рабочую зону установки, сдвигаются в позицию упаковки по команде оператора (рис. 39). Команда на возврат цилиндра в исходную позицию формируется не по положению его штока, а по давлению (равному 1,2 бар) в поршневой полости цилиндра.

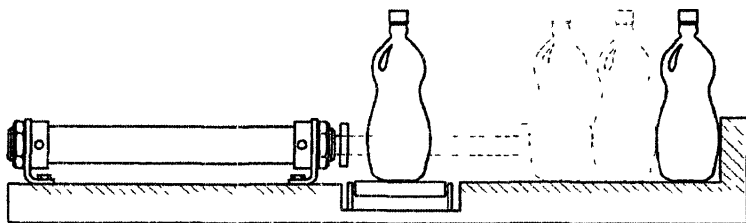


Рис. 39. Схема установки для формирования комплекта бутылок.

Схема установки с применением клапана последовательности показана на рис. 40. Бутылки, поступающие по конвейеру в рабочую зону установки, сдвигаются в позицию упаковки по команде оператора при нажатии на кнопку 1.2. Команда на возврат цилиндра в исходную позицию формируется не на основании положения штока, а поступает от клапана последовательности 1.3, переключение которого происходит в тот момент, когда давление в поршне-

вой полости цилиндра 1.0 достигает величины 1,2бар. Давление срабатывания клапана 1.3 (а следовательно, и усилие, развиваемое цилиндром) подбирают таким образом, чтобы шток не мог повредить бутылку.

Поскольку в комплектацию стенда-тренажера не входит клапан последовательности, для моделирования установки необходимо воспользоваться трехлинейным редукционным клапаном и бистабильным распределителем с двусторонним пневматическим управлением.

Схемное решение поставленной задачи, представленное на рис. 41, основано на свойстве бистабильных распределителей при одновременной подаче двух управляющих сигналов переключаться в позицию, определяемую сигналом с большим давлением. Для визуализации нарастания давления в бесштоковой полости цилиндра управление скоростью выдвижения штока осуществляется дросселированием воздуха на входе в цилиндр. Редукционный клапан 1.3 следует настроить таким образом, чтобы возврат штока цилиндра 1.0 происходил при показании манометра 1.04 равному 1,2бар.

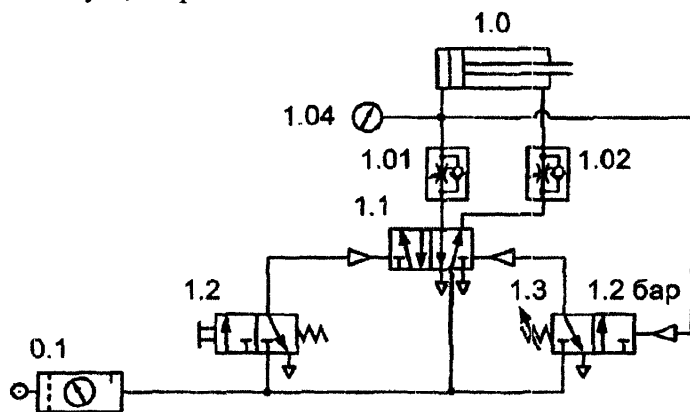


Рис. 40. Принципиальная пневматическая схема с использованием клапана последовательности.

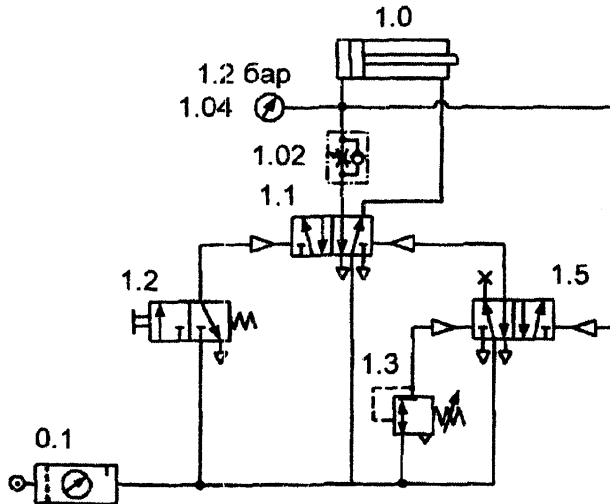


Рис. 41. Пневматическая схема установки с применением редуccionного клапана и триггера.

Порядок выполнения работы.

1. Смоделировать на пневмостенде указанные преподавателем схемы. Проверить правильность их функционирования.

Литература.

1. Наземцев А.С. Гидравлические и пневматические системы. Часть 1. Пневматические приводы и средства автоматизации: Учебное пособие. – М., ФОРУМ, 2004.
2. Трифонов О.Н., Иванов В.И., Трифонова Г.О. Приводы автоматизированного оборудования. – М.: Машиностроение, 1991.
3. Пневматические устройства и системы в машиностроении. Справочник. Под ред. Герц Е. В. – М.: Машиностроение, 1981.

Учебно–методическое издание

Зайцева Наталья Александровна
Неклюдов Алексей Николаевич
Морозов Юрий Викторович

Пневматические приводы

Методические указания к лабораторным работам

Подписано в печать 16.02.2009г.	Формат 60х84/16	Тираж – 100 экз.
Усл.-печ.л. - 2,75.	Заказ 36.	Изд. № 181-09

127994, Москва, ул. Образцова, д.9, стр.9.

Типография МИИТа

- 44 -