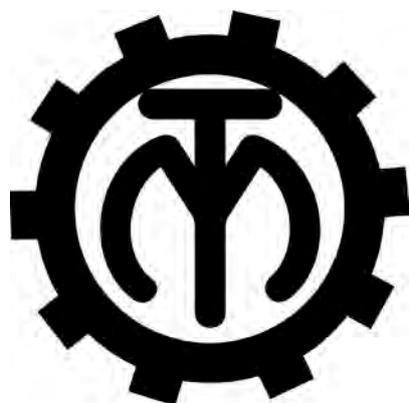


ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технология машиностроения»

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов специальностей
1-53 01 01 «Автоматизация технологических
процессов и производств (по направлениям)»
и 1-36 01 01 «Технология машиностроения»
дневной и заочной форм обучения*



УДК 65.011.56
ББК 32.965
А 22

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Технология машиностроения» «23» ноября 2017 г.,
протокол № 3

Составители: канд. техн. наук, доц. В. М. Шеменков;
канд. техн. наук, доц. Е. В. Ильюшина

Рецензент канд. техн. наук, доц. В. В. Кутузов

Изложены методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Автоматизация производственных процессов», а также теоретические положения в области пневмо- и электропневмоавтоматики.

Учебно-методическое издание

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Ответственный за выпуск	В. М. Шеменков
Технический редактор	А. Т. Червинская
Компьютерная верстка	М. М. Дударева

Подписано в печать . Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 56 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий

№ 1/156 от 24.01.2014.

Пр. Мира, 43, 212000, Могилев.

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский
университет», 2018



Содержание

1 Компоненты пневматической системы управления и их назначение.....	4
1.1 Пневматические цилиндры.....	5
1.2 Дроссели.....	6
1.3 Пневматические распределители.....	10
1.4 Пневматические приводные элементы.....	14
1.5 Принципиальные схемы управления.....	17
2 Электроаппараты управления и их назначение.....	19
2.1 Электрические переключатели.....	19
2.2 Реле.....	20
3 Электроприводы.....	21
3.1 Физические и технические основы работы двигателя постоянного тока.....	21
3.2 Пуск двигателя постоянного тока.....	24
3.3 Электромагниты.....	26
4 Датчики.....	26
4.1 Магнитные бесконтактные датчики (герконы).....	27
4.2 Индуктивные бесконтактные датчики.....	27
4.3 Оптические бесконтактные датчики.....	28
5 Инструкция по охране труда при проведении лабораторных работ.....	30
6 Лабораторная работа № 1. Изучение функционального назначения компонентов пневматической системы на примере станции стекового накопителя системы MecLab®.....	31
7 Лабораторная работа № 2. Изучение функциональных назначений компонентов пневматической системы на примере станции манипулятора MecLab®.....	34
8 Лабораторная работа № 3. Изучение функционального назначения компонентов конвейерной станции системы MecLab.....	38
Список литературы.....	41



1 Компоненты пневматической системы управления и их назначение

Основные элементы пневматической системы управления представлены на рисунке 1.1.

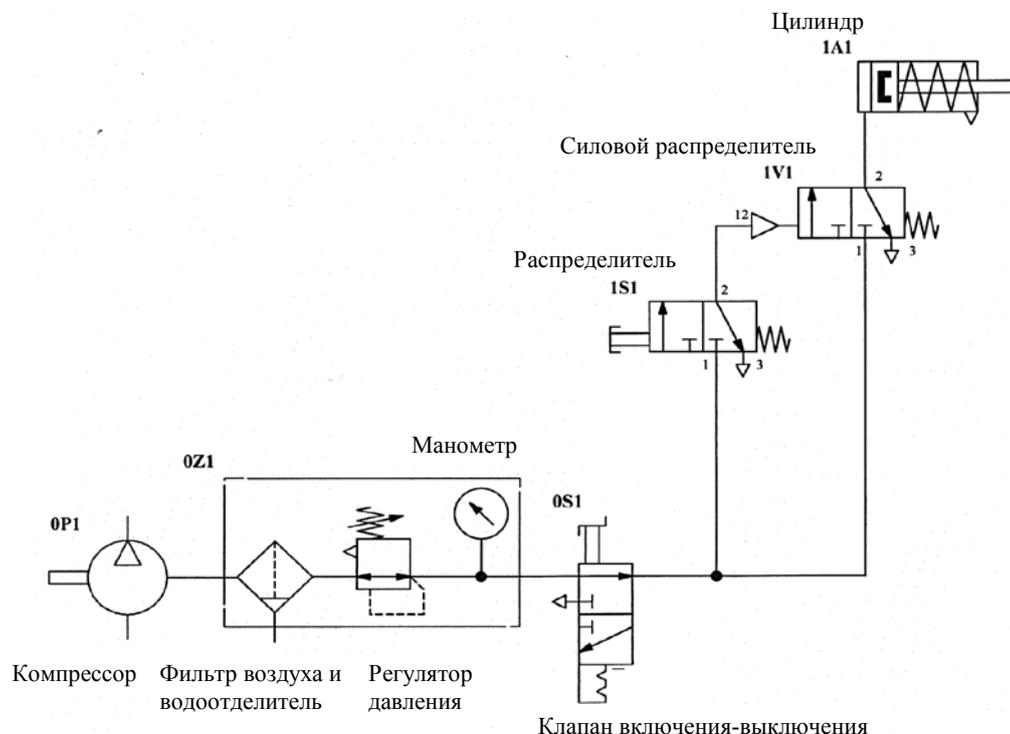


Рисунок 1.1 – Ключевые элементы и узлы в пневматической системе управления

Компрессор – это устройство, предназначенное для сжатия и подачи воздуха под давлением. В пневматических системах энергия подается винтовыми или поршневыми компрессорами с выходным давлением 700...800 кПа (7...8 Бар).

Фильтры сжатого воздуха выполняют очистку воздуха от конденсата, твердых частиц грязи и масла. Они располагаются централизованно или децентрализованно в системах сжатого воздуха. Качественная очистка воздуха играет важную роль в продлении срока службы элементов, располагающихся в направлении протекания воздуха.

Регулятор давления компенсирует колебания в сетях сжатого воздуха. Установленное давление остается постоянным до тех пор, пока входящее превышает его не более чем на 50 кПа (0,5 Бар).

Клапаны включения-выключения разделяют отдельные сети сжатого воздуха.

Распределители служат для распределения потоков сжатого воздуха на рабочие элементы.

Цилиндры. Пневматические цилиндры – рабочие элементы с высокой прочностью и долгим сроком службы. Цилиндры стандартных размеров могут

достигать больших скоростей. Для надежной работы цилиндры должны быть правильно подобраны по размерам и смонтированы.

1.1 Пневматические цилиндры

1.1.1 Цилиндры одностороннего действия.

В цилиндры одностороннего действия воздух поступает только с одной стороны, где у них есть для этого вход. Они могут работать только в одном направлении. Полость цилиндра должна быть пустой до того, как поршень вернется, после чего встроенная пружина или приложенная сила втягивает шток поршня (рисунок 1.2). Опустошение происходит через отверстие в крышке



цилиндра.

Рисунок 1.2 – Пневматический цилиндр одностороннего действия с пружинным возвратом

1.1.2 Цилиндры двустороннего действия.

В цилиндры двустороннего действия воздух попадает с двух сторон, т. е. они могут работать в двух направлениях. Сила, действующая на поршень, перемещает его вперед, в то время как сила, действующая непосредственно на поршень со стороны штока, обеспечивает его возвратное движение (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Пневматический цилиндр двустороннего действия

В цилиндре двустороннего действия в каждой камере давления есть отверстия. Перед включением в обратном направлении соответствующая камера (поршня или штока) должна быть опустошена.

1.2 Дроссели

Для регулирования скорости поршня со штоком пневматических цилиндров применяют дроссели, устанавливаемые в непосредственной близости от цилиндра.

1.2.1 Регулирование скорости цилиндра одностороннего действия.

Дроссель с обратным клапаном.

Данный клапан работает только в одном направлении, для изменения направления регулирования используется обратный клапан. На корпусе клапана направление потока указывается стрелкой (рисунок 1.4).

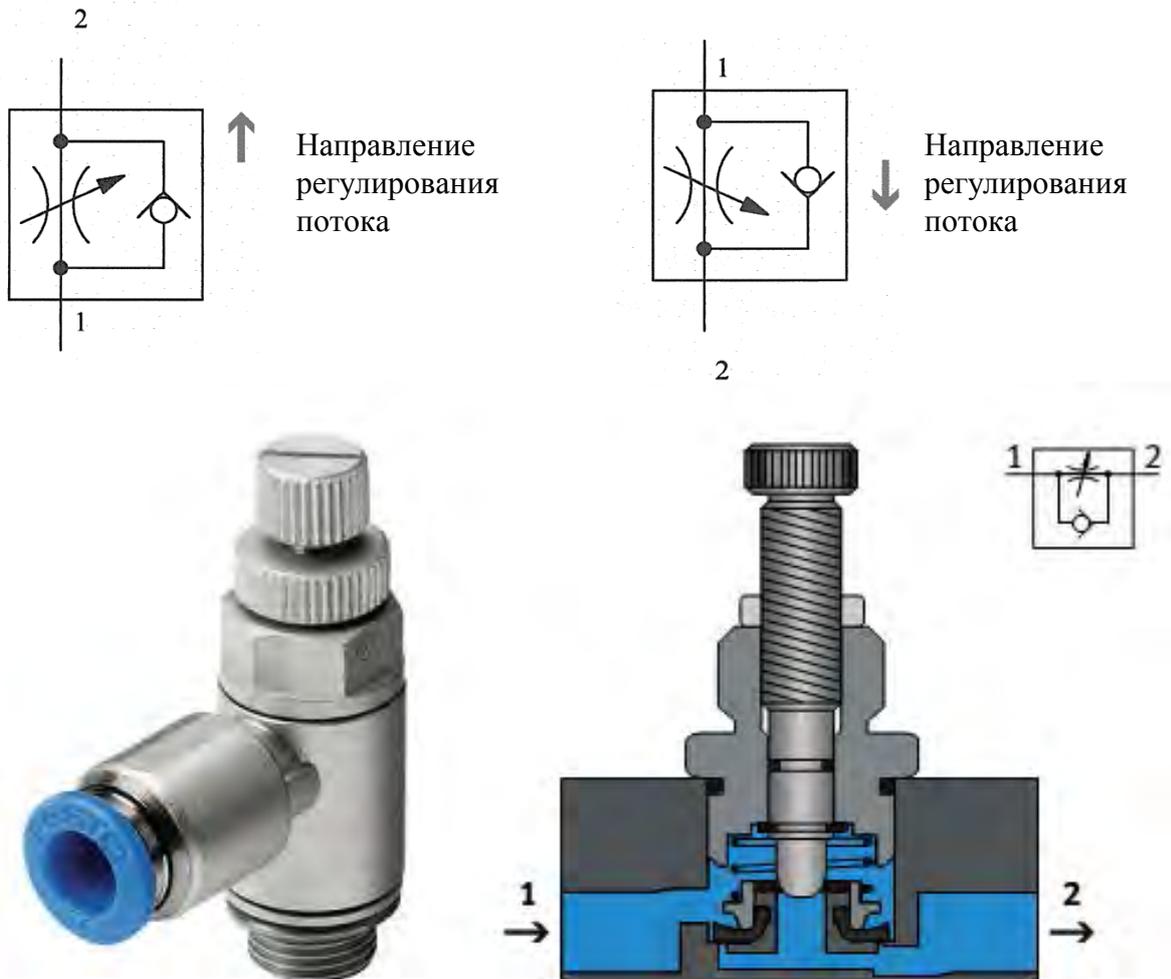
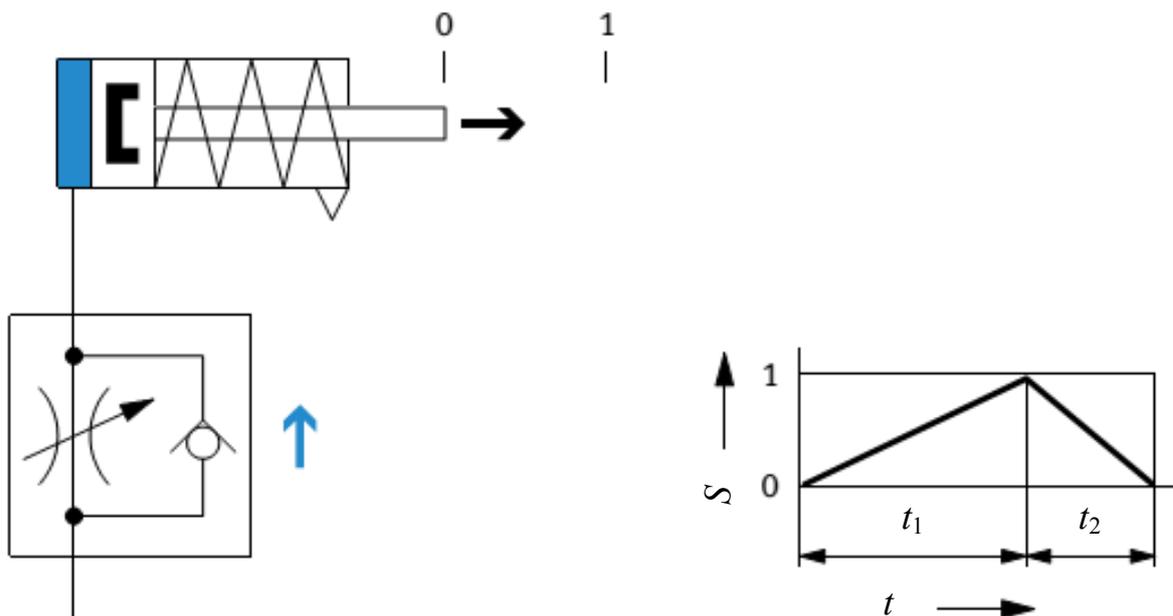


Рисунок 1.4 – Изображение, вид в разрезе и принципиальная схема дросселя с обратным клапаном

Прямой ход.

Подача воздуха уменьшается посредством дросселя с обратным клапаном. Регулирование скорости возможно только при прямом ходе, для обратного хода поток направляется через обратный клапан (рисунок 1.5).

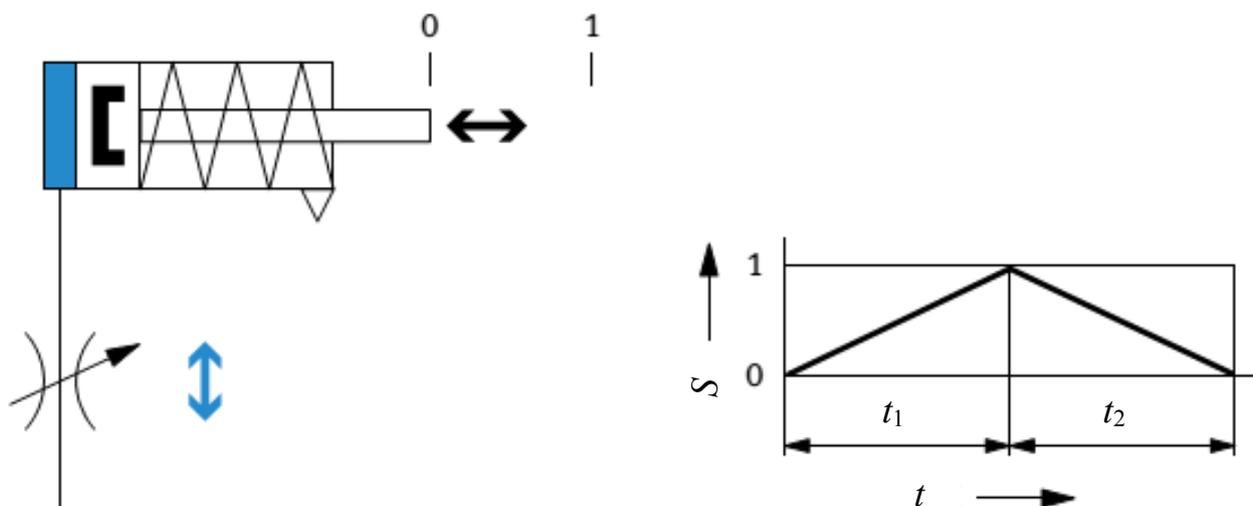


t_1 – регулируется; $t_2 = \text{const}$ (не регулируется)

Рисунок 1.5 – Принципиальная схема регулировки скорости цилиндра при прямом ходе

Прямой и обратный ход.

Дроссель устанавливается в месте входа/выхода сжатого воздуха. Регулирование скорости возможно как для прямого, так и для обратного хода (рисунок 1.6).



$t_1 = t_2$ – регулируется

Рисунок 1.6 – Принципиальная схема регулировки скорости цилиндра при прямом и обратном ходе

Использование двух дросселей с обратным клапаном.

Скорость можно устанавливать отдельно для прямого и обратного хода (рисунок 1.7).

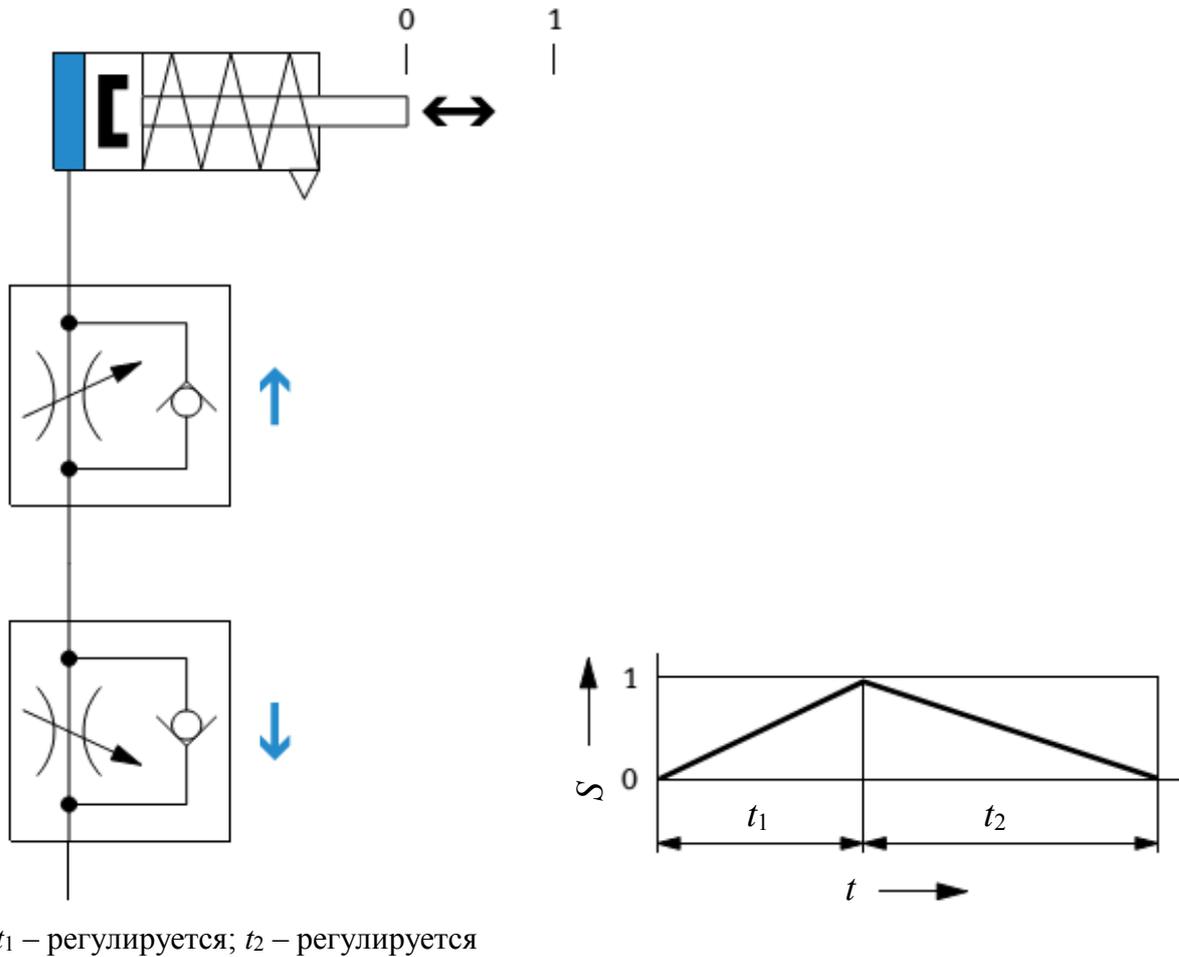


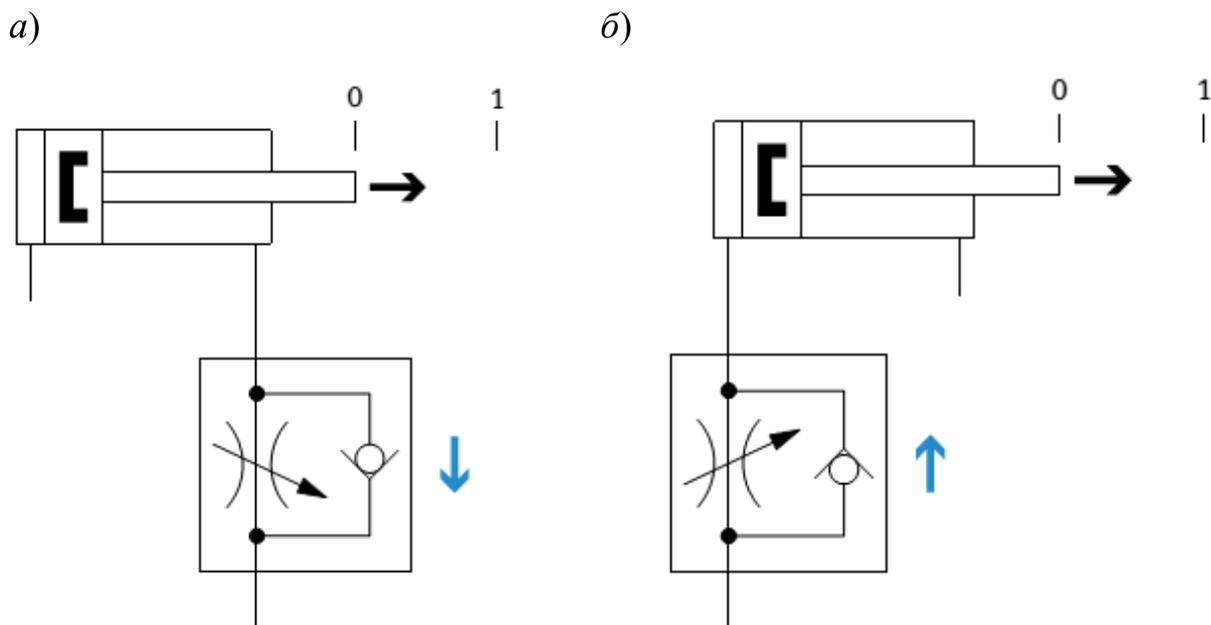
Рисунок 1.7 – Принципиальная схема регулировки скорости цилиндра двумя дросселями

1.2.2 Регулирование скорости цилиндров двустороннего действия.

Прямой ход регулирования выходящего и входящего потоков.

Для регулирования выходящего потока дроссель с обратным клапаном устанавливается в месте выхода сжатого воздуха (рисунок 1.8, а). Как правило, регулирование выходящего воздуха осуществляется цилиндрами двустороннего действия. Регулирование скорости не зависит от нагрузки.

Для регулирования входящего потока (не подходит для цилиндров, установленных вертикально) дроссель с обратным клапаном располагается в месте входа сжатого воздуха (рисунок 1.8, б). Регулирование скорости возможно только при прямом ходе. Небольшие изменения нагрузки на штоке поршня приводят к большим колебаниям скорости перемещения. Нагрузка в направлении движения цилиндра увеличивается выше установленного значения.

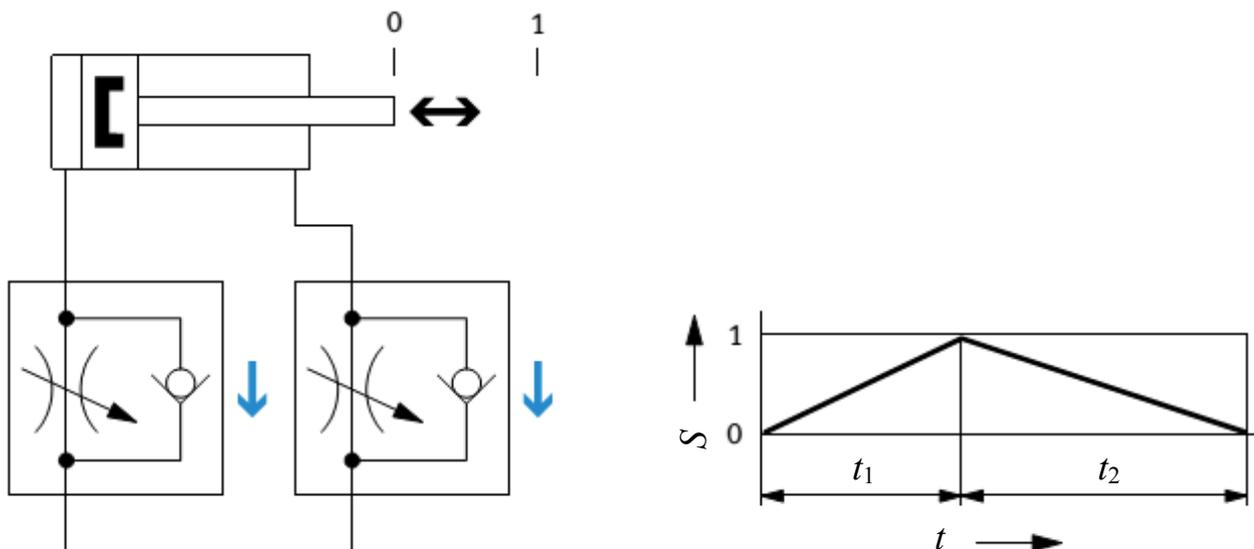


a – регулирование выходящего потока; *б* – регулирование входящего потока

Рисунок 1.8 – Принципиальная схема регулировки скорости цилиндра двустороннего действия при прямом ходе

Прямой и обратный ход.

Регулирование выхода сжатого воздуха при прямом и обратном ходе осуществляется с помощью дросселей (рисунок 1.9). Скорость можно устанавливать отдельно для прямого и обратного хода.



t_1 – регулируется; t_2 – регулируется

Рисунок 1.9 – Принципиальная схема регулировки скорости цилиндра двустороннего действия при прямом и обратном ходе

1.3 Пневматические распределители

Пневматические распределители регулируют направление движения сжатого воздуха. Направление потока обозначается стрелкой. Запуск может быть произведен вручную, механически, пневматически или электрически. В автоматизированных системах обычно используются распределители с электромагнитным управлением, которые создают связь между пневматическим и электрическим управлением. Они переключаются посредством выходных сигналов из системы управления и перекрывают или открывают соединительные линии в силовой части пневмопривода. Назначение распределителей с электромагнитным приводом:

- подключение или прекращение подачи сжатого воздуха;
- втягивание и выдвигание приводов цилиндра.

На рисунках 1.10 и 1.11 показаны два вида распределителей, а в таблице 1.1 представлены основные их виды.



Рисунок 1.10 – 3/2- распределитель с ручным приводом с фиксацией



Рисунок 1.11 – 4/2-распределитель с электромагнитным и ручным управлением

Таблица 1.1 – Названия и условные обозначения пневматических распределителей

Условное обозначение	Название	Функция
	2/2-распределитель: нормально замкнутый нормально разомкнутый	Клапан с двумя переключаемыми положениями и двумя каналами
	2/3-распределитель: нормально замкнутый нормально разомкнутый	Распределитель с двумя переключаемыми положениями и тремя каналами
	4/2-распределитель	Распределитель с двумя переключаемыми положениями и четырьмя каналами
	5/2-распределитель	Распределитель с двумя переключаемыми положениями и пятью каналами
	5/3-распределитель, в средней позиции рабочие линии разгружены от давления	Поршень цилиндра не оказывает воздействие на шток. Шток может двигаться свободно

	5/3-распределитель, в средней позиции каналы закрыты	Шток поршня останавливается, даже если остановка не определена
	5/3-распределитель, в средней позиции каналы связаны с источником давления	Шток цилиндра с несимметричным штоком поршня выдвигается с ограниченной силой

Основные способы включения распределителей приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Способы включения пневматических распределителей

Условное обозначение	Название	Функция
	Распределитель с роликовым переключением, возвратная пружина, электромагнит	Включается посредством цилиндрических кулачков или чем-то аналогичным. В основном используется для контроля конечных положений
	Ручное переключение, возвратная пружина, электромагнит	Распределитель с ручным переключением и возвратной пружиной
	Распределитель с электромагнитным и ручным управлением, возвратная пружина	Распределитель приводится в действие электромагнитом и возвращается пружиной, как только подача тока прекращается
	Распределитель с двумя электромагнитами и ручным управлением	Распределитель приводится в действие электромагнитами и остается в таком положении до тех пор, пока включен другой электромагнит
	Электромагнитный клапан с пневматическим дистанционным управлением	Распределитель приводится в действие электромагнитом. Электромагнит управляет дополнительным контуром, который включает золотник распределителя

1.3.1 Управление цилиндром одностороннего действия.

На рисунке 1.12 показан распределитель с электромагнитным приводом, управляющий перемещением цилиндра одностороннего действия и имеющий три канала и два переключаемых положения:

- когда электромагнит распределителя обесточивается, камера цилиндра разгружается от давления через распределитель. Шток поршня втягивается;
- когда на катушку подаётся ток, распределитель переключается и камера цилиндра заполняется жидкостью. Шток выдвигается;
- когда ток перестает поступать на электромагнит, клапан снова переключается. Камера цилиндра разгружается от давления и шток втягивается.

1.3.2 Управление цилиндром двустороннего действия.

Цилиндр двустороннего действия, изображенный на рисунке 1.13, приводится в действие распределителем с пятью каналами и двумя переключаемыми положениями:

- когда электромагнит обесточивается, левая камера цилиндра разгружается от давления, а правая заполняется жидкостью. Шток втягивается;
- когда ток подаётся на электромагнит, клапан переключается. Левая камера цилиндра заполняется жидкостью, а правая разгружается от давления. Шток выдвигается;
- когда ток перестает поступать на катушку, клапан переключается и шток втягивается.

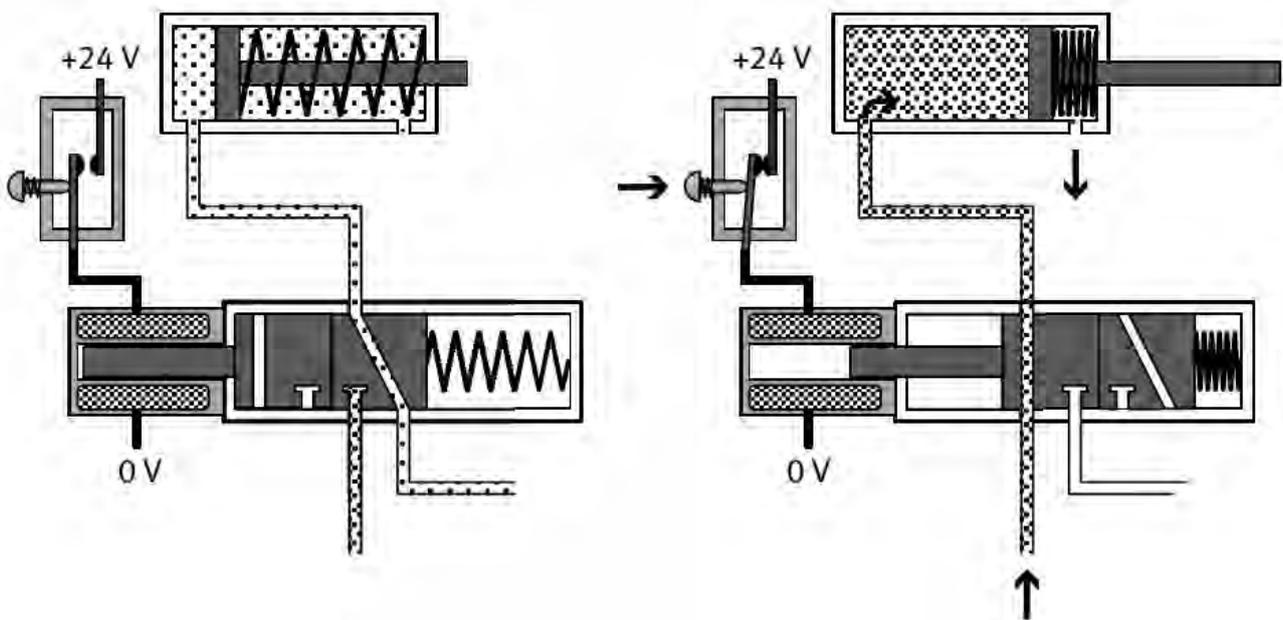


Рисунок 1.12 – Управление цилиндром одностороннего действия с помощью электромагнитных распределителей

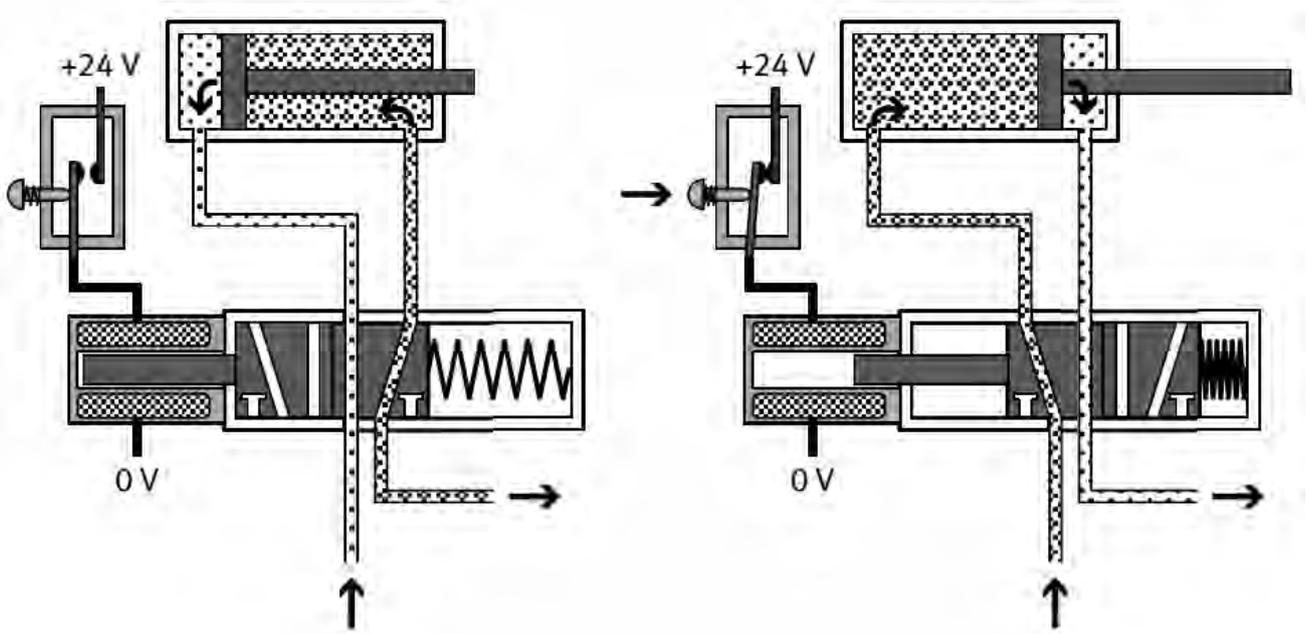


Рисунок 1.13 – Управление цилиндром двустороннего действия с помощью электромагнитных распределителей

1.4 Пневматические приводные элементы

1.4.1 Цилиндры с направляющими, бесштоковые цилиндры и поворотные двигатели.

Пневматические поворотные двигатели (рисунок 1.14) используются везде, где требуется вращательное или поворотное движение.



Рисунок 1.14 – Пневматический поворотный двигатель

Цилиндры с направляющими, как правило, применяются в манипуляторах (рисунок 1.15). В цилиндрах с направляющими шток не может быть повернут и подвергнут дополнительным нагрузкам. В зависимости от конструкции они могут быть с направляющими с подшипниками скольжения для простых операций с низкой нагрузкой и ограниченной точностью или с высокоточными шарикоподшипниковыми направляющими, поглощающими значительные нагрузки и крутящие моменты, и более дорогими.

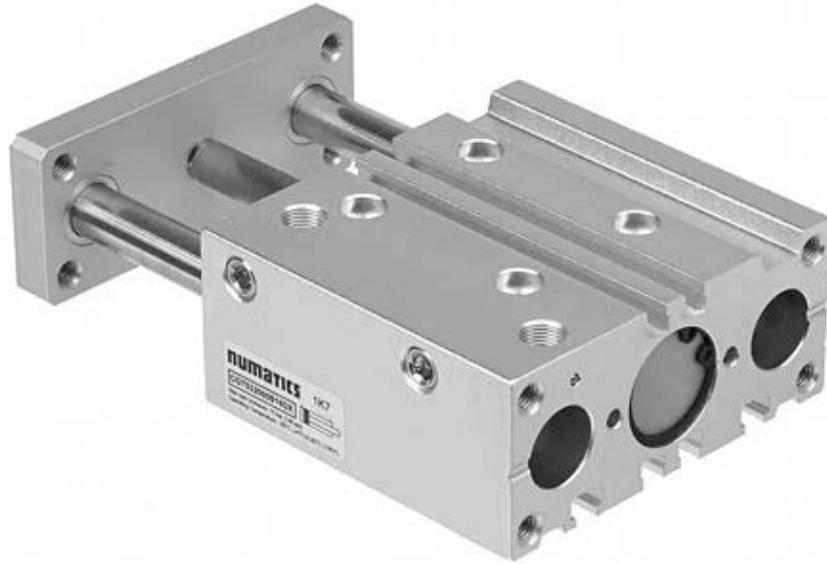


Рисунок 1.15 – Пневматический цилиндр с направляющими

Другим видом передаточных механизмов являются бесштоковые цилиндры (рисунок 1.16). В них нет штока, а потому ход поршня может быть больше.

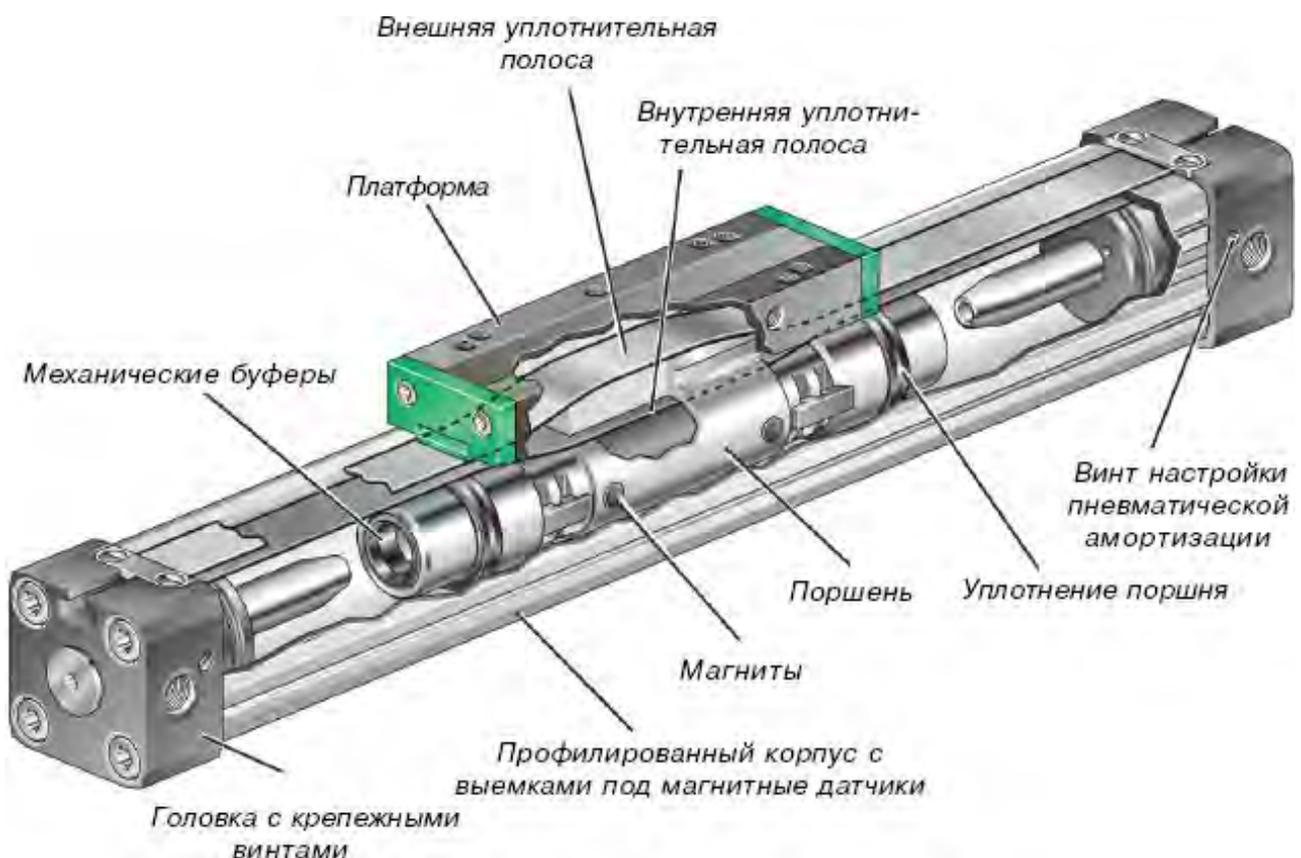


Рисунок 1.16 – Пневматический бесштоковый цилиндр

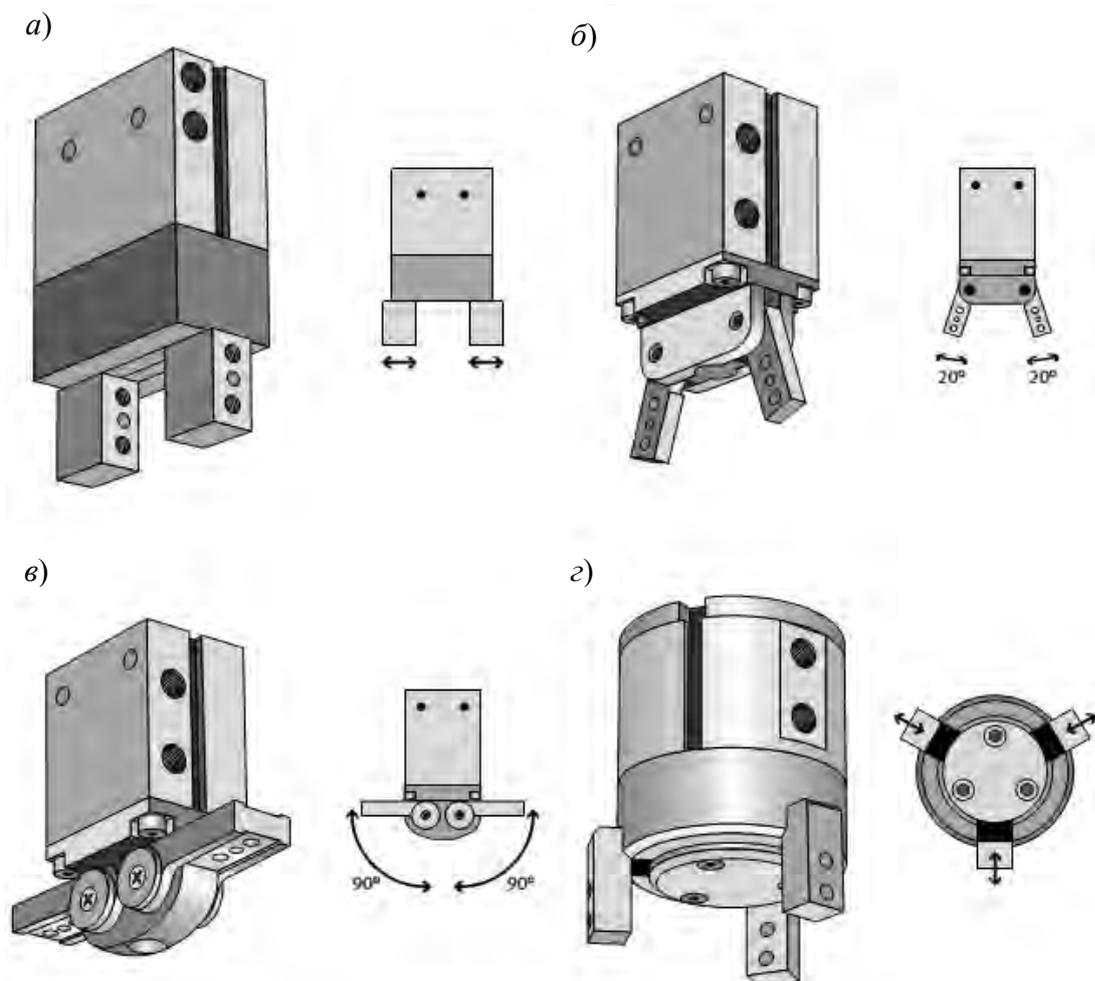
Бесштоковый цилиндр лишь немного больше хода цилиндра, в то время как цилиндр со штоком, по крайней мере, в два раза больше хода цилиндра в выдвинутом состоянии. Эти передаточные механизмы в большинстве своем оснащены направляющими высокого качества.

1.4.2 Пневматические захваты.

Пневматические захваты используются для манипулирования заготовками. На рисунке 1.17 показаны различные виды захватов: параллельный, угловой, радиальный, трехточечный.

На рисунке 1.18 показан вид в разрезе углового захвата с цилиндром двустороннего действия и то, как губки захвата (для цилиндрических заготовок в этом примере) и бесконтактные датчики устанавливаются в захвате.

Выбор типа захвата, его размера и вида губок зависит от формы и веса заготовки.



a – параллельный захват; *б* – угловой захват; *в* – радиальный захват; *г* – трехточечный захват

Рисунок 1.17 – Пневматические захваты

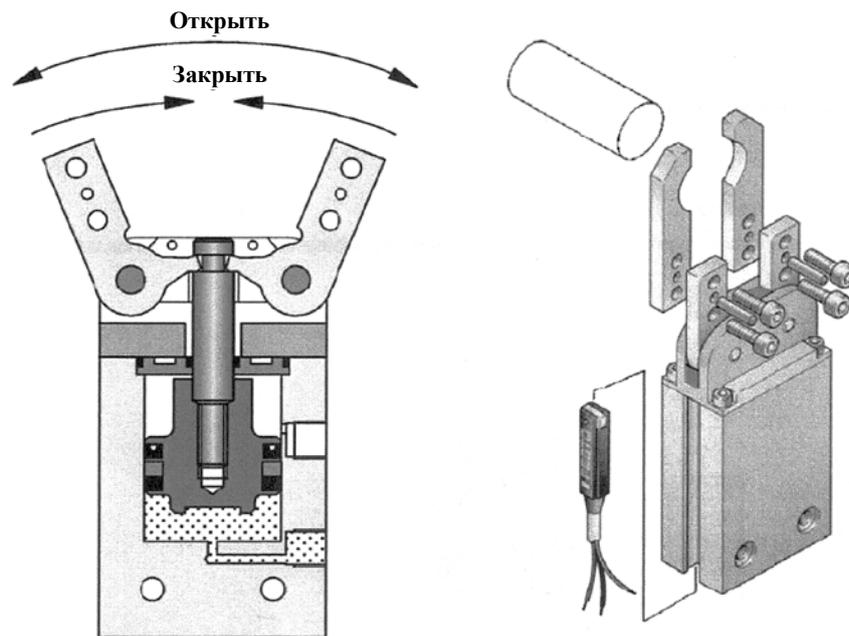
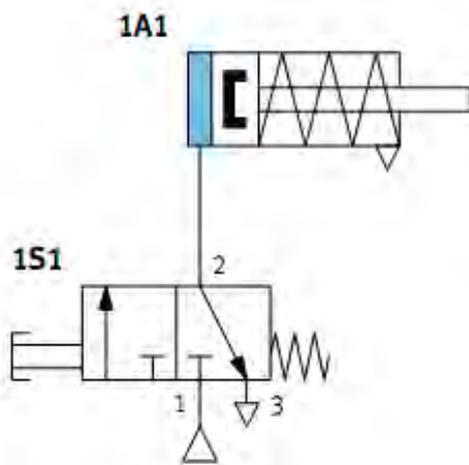


Рисунок 1.18 – Угловой захват

1.5 Принципиальные схемы управления

Самым простым способом управления цилиндрами одно- и двустороннего действия является прямое управление (рисунок 1.19). В этом случае работа цилиндра регулируется непосредственно вручную или с помощью распределителя с механическим приводом без вмешательства каких-либо других распределителей.

Исходное положение



Выдвинутое положение

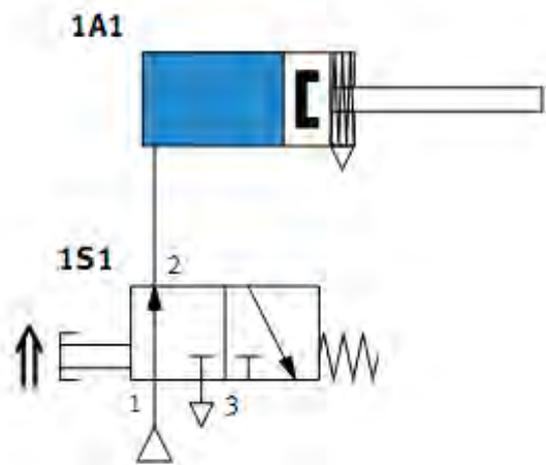


Рисунок 1.19 – Принципиальная схема прямого управления с 3/2-распределителем с ручным управлением

Условные обозначения на принципиальной схеме должны изображать некоторые элементы в выключенном состоянии. По этой причине сделано отклонение от стандартов и функция включения показана соответствующим образом, чтобы облегчить понимание. Стрелка около приводного элемента 3/2-распределителя с кнопкой указывает на то, что распределитель находится во включенном состоянии (см. рисунок 1.19, справа).

1.5.1 Условные обозначения в принципиальных схемах.

Структура пневматических принципиальных схем и расположение символов, а также обозначения и нумерация элементов определены в стандарте DIN/ISO 1219-2. Состояние переключения распределителя – это исходное положение (нормальное положение). Блок исполнительных элементов (цилиндры с силовыми распределителями) изображается в верхней части, а блок управления с устройствами ввода сигналов – в нижней.

Обозначения элементов проставляются снизу-вверх и слева-направо (рисунок 1.20).

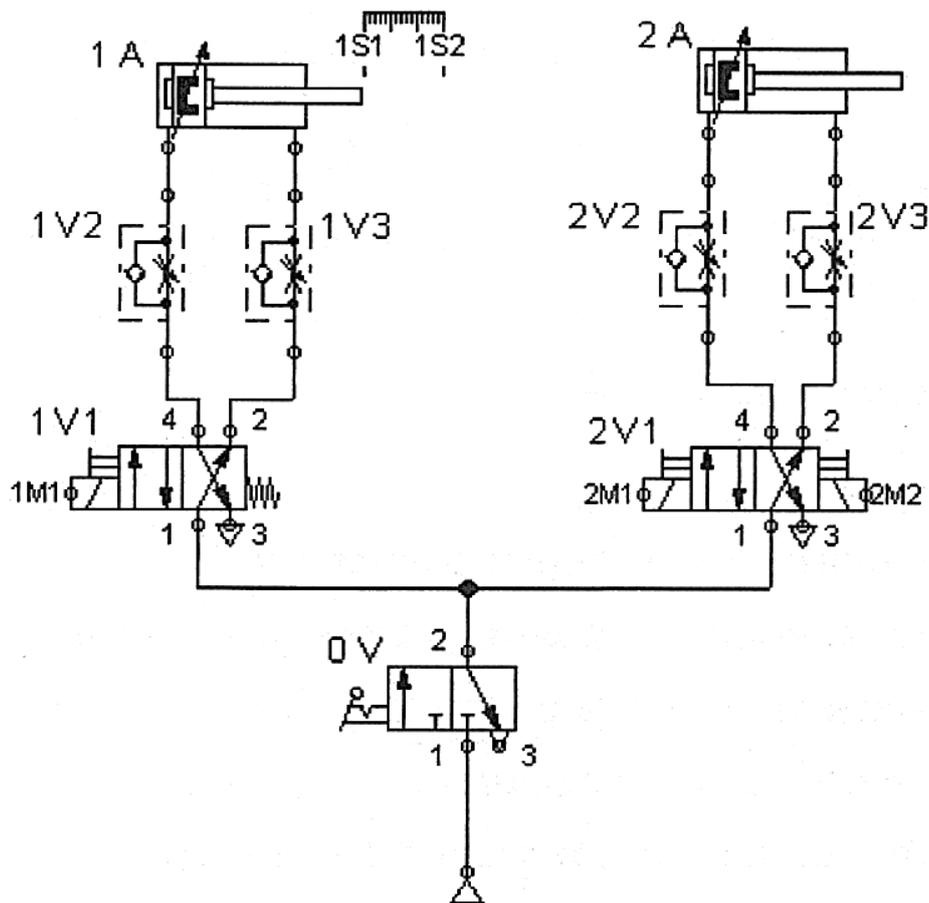


Рисунок 1.20 – Обозначения на пневматической принципиальной схеме

Пример представления электропневматического контура и его принципа действия показан на рисунке 1.21.

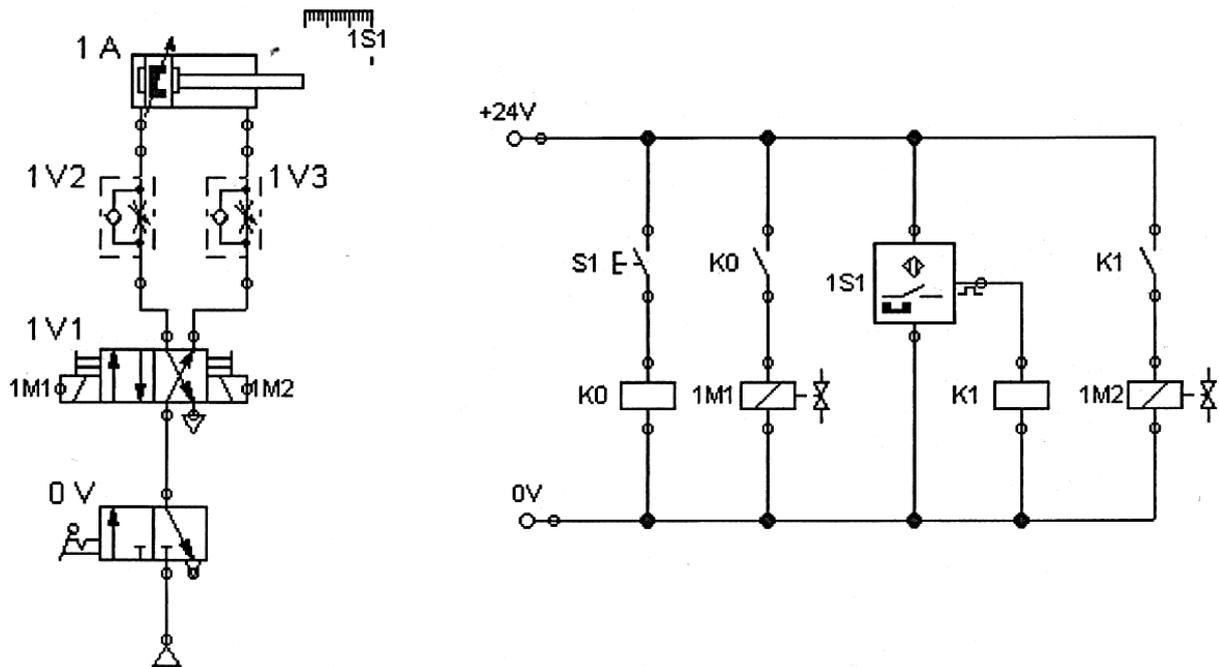


Рисунок 1.21 – Представление электропневматического контура

Принцип действия электропневматического контура:

- когда кнопка S1 включена, электромагнит клапана 1M1 переключается посредством нормально открытого контакта реле K0 и цилиндр 1A выдвигается;
- когда цилиндр выдвинут полностью, магнитный бесконтактный датчик 1S1 переключает реле K1, таким образом, активируя электромагнит клапана 1M2. Цилиндр возвращается в исходное положение.

2 Электроаппараты управления и их назначение

2.1 Электрические переключатели

Используются для пуска или прерывания тока в электрической цепи.

Кнопки бывают с самовозвратом (сохраняют текущую позицию, пока удерживаются нажатием) и без самовозврата (сохраняют включенное состояние после снятия прилагаемого усилия к приводному элементу). Выключение осуществляется при повторном нажатии на приводной элемент.

Кнопки могут снабжаться нормально разомкнутыми, нормально замкнутыми и переключающимися контактами.

2.1.1 Нормально разомкнутые контакты.

В случае с нормально разомкнутым контактом (Н/Р-контакт), цепь разомкнута, когда кнопка в обычном положении. Включение кнопки замыкает контур и на устройство-потребитель поступает ток. Когда кнопка опускается, усилие пружины возвращает ее в обычное положение и контур опять размыкается (рисунок 2.1, а).

2.1.2 Нормально замкнутые контакты.

В случае с нормально замкнутым контактом (Н/З-контакт), контур замкнут, когда кнопка в обычном положении. Нажатие кнопки размыкает цепь (рисунок 2.1, б).

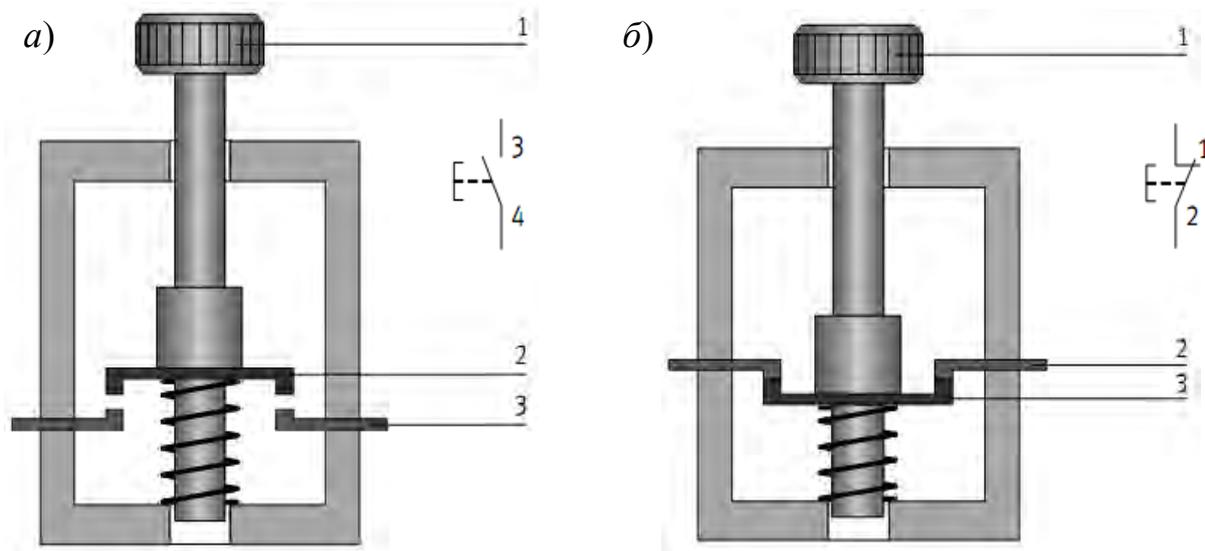


Рисунок 2.1 – Выключатели в разрезе и условное обозначение контактов

2.1.3 Переключающиеся контакты.

Переключающийся контакт сочетает в себе функции Н/З- и Н/Р-контактов в одном устройстве (рисунок 2.2). Они используются для замыкания одной цепи и размыкания другой одним нажатием. Оба контура во время переключения ненадолго размыкаются.

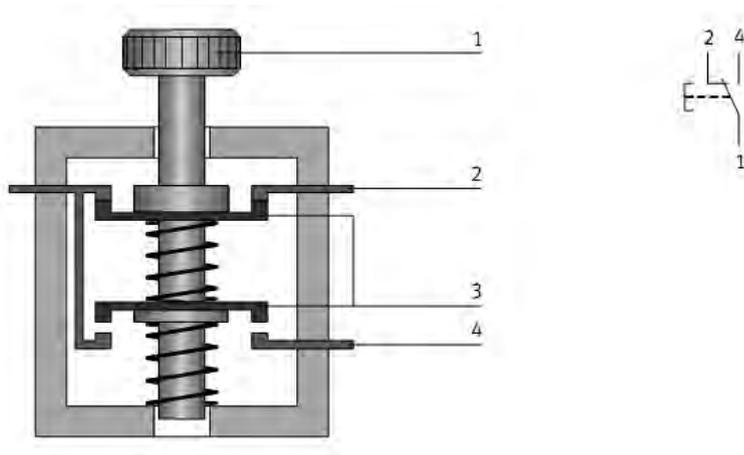


Рисунок 2.2 – Выключатель в разрезе и условное обозначение переключающегося контакта

2.2 Реле

Реле – это электромагнитный переключатель, в котором управляющий контур отделяется от управляемого (рисунок 2.3).

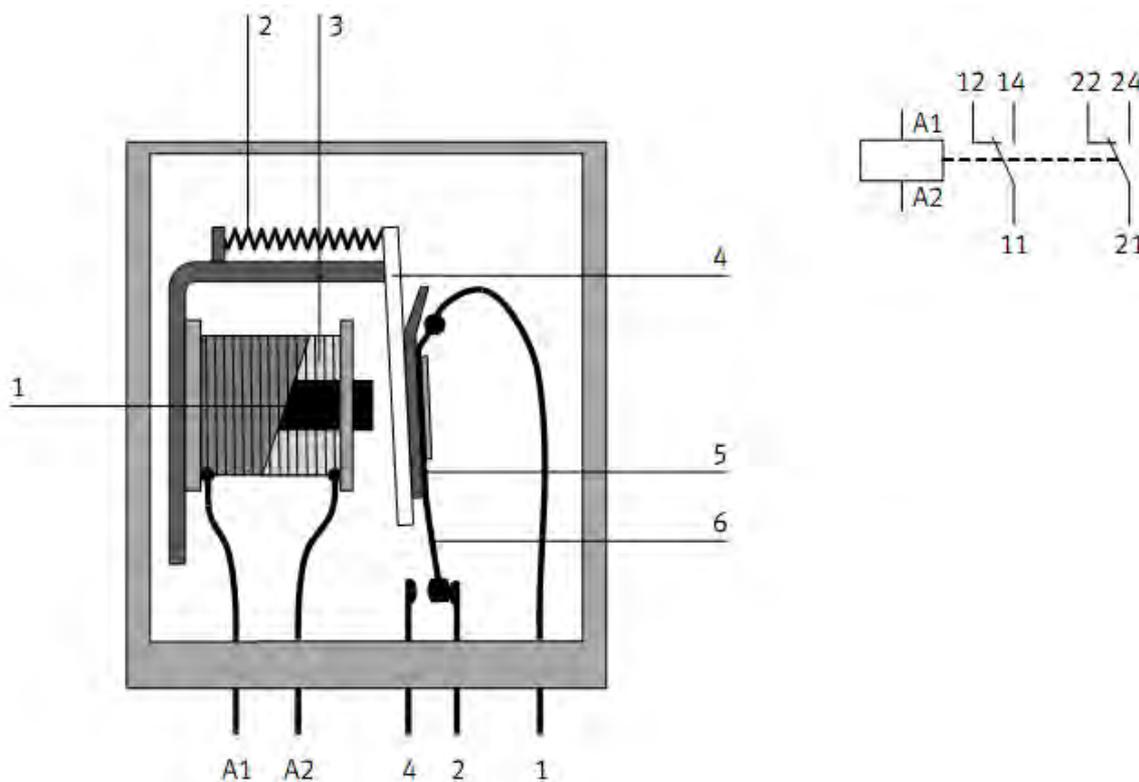


Рисунок 2.3 – Реле в разрезе и его условное обозначение

Реле состоит из катушки 3 с железным сердечником 1, якоря 4, служащего исполнительным элементом, возвратной пружины 2 и переключающих контактов 6. Когда напряжение подается на катушку, создается электромагнитное поле. Это заставляет якорь притягиваться к сердечнику. Якорь действует на контакты реле, которые либо замкнуты, либо разомкнуты в зависимости от состояния. Если ток, протекающий через катушку, прерывается, пружина возвращает якорь в исходное положение.

Кроме стандартного реле, существуют реле с задержкой на включение или с задержкой на выключение, которые могут использоваться для программирования времени задержки.

Реле используются для многих задач управления, в основном для запуска электрических двигателей.

3 Электроприводы

Электродвигатель – это электрическая машина, в которой энергия электромагнитного поля превращается во вращательное или поступательное движение.

Существуют различные виды электрических двигателей, предназначенных для выполнения различных функций:

- простые и недорогие двигатели постоянного тока с относительно низкой мощностью для портативных устройств, работающих от батареи;
- надежные трехфазные стационарные двигатели с относительно большой мощностью для промышленного использования;
- высокофункциональные сервоприводы для станков или роботов с высокими требованиями к скорости и точности;
- шаговые двигатели для совершения простых движений, например подача в станках.

3.1 Физические и технические основы работы двигателя постоянного тока

Если провод, по которому течет ток I , находится в магнитном поле B , то существует сила F , действующая на этот провод. Направление данной силы может быть определено по правилу левой руки. Будем считать, что линии магнитного поля идут от северного полюса магнита до южного и что ток в проводе течет от положительно заряженного выхода источника питания к отрицательному. Три пальца (большой, указательный и средний) ставятся под прямым углом друг к другу так, чтобы образовалась декартова система координат.

Когда большой палец указывает направление течения тока (т. е. от положительного выхода к отрицательному), а указательный – направление магнитного поля (север/юг), средний палец указывает направление активной силы. На рисунке 3.1 провод будет выходить из плоскости магнитного поля.

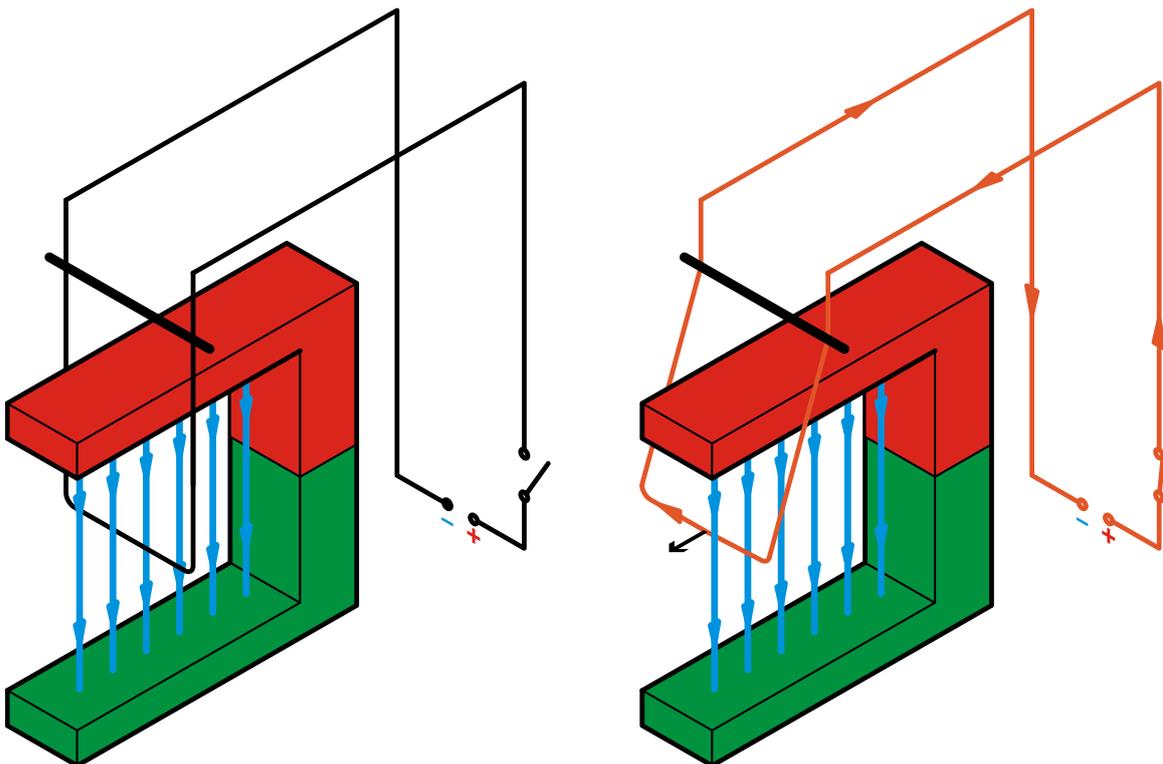


Рисунок 3.1 – Сила Лоренца

Величина силы зависит от мощности магнитного поля, силы тока и длины провода, находящегося в магнитном поле. В двигателе постоянного тока данное силовое воздействие используется для создания вращения. Для этого между двумя магнитными полюсами помещается проводящий контур так, чтобы он мог вращаться (рисунок 3.2).

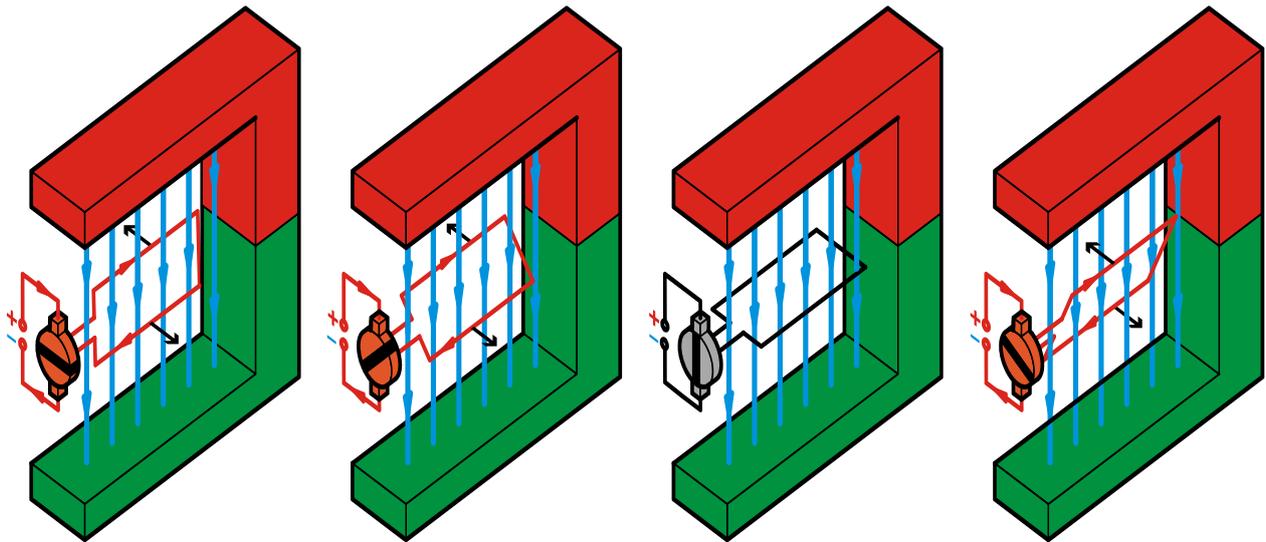


Рисунок 3.2 – Принцип работы двигателя постоянного тока

Ток протекает через две половины контура в противоположном направлении. Это означает, что направление силы, действующей на них, также противоположно. Их полярность установлена так, что они либо притягиваются (север/юг или юг/север), либо отталкиваются (юг/юг или север/север) полюсами постоянного магнита. Обе силы создают крутящий момент, который заставляет контур вращаться. Механический коммутатор (преобразователь тока) изменяет полярность тока после одного полуоборота контура, и процесс повторяется.

Коммутатор является важным элементом, т.к. создает вращение от каждого разового воздействия силы на проводник с током, протекающим через него. Он состоит из двух металлических изолированных друг от друга полуцилиндров, на которые посредством угольных щеток передается ток.

Так как двигатель постоянного тока создает низкий крутящий момент при высоких скоростях, редуктор используется как передаточный элемент для уменьшения выходной скорости на передаточное число i и увеличения выходного крутящего момента во столько же раз.

Редукторы бывают различных конструкций. На рисунке 3.3 изображен двигатель постоянного тока с червячным редуктором, где вал привода развернут на 90° по отношению к валу двигателя.

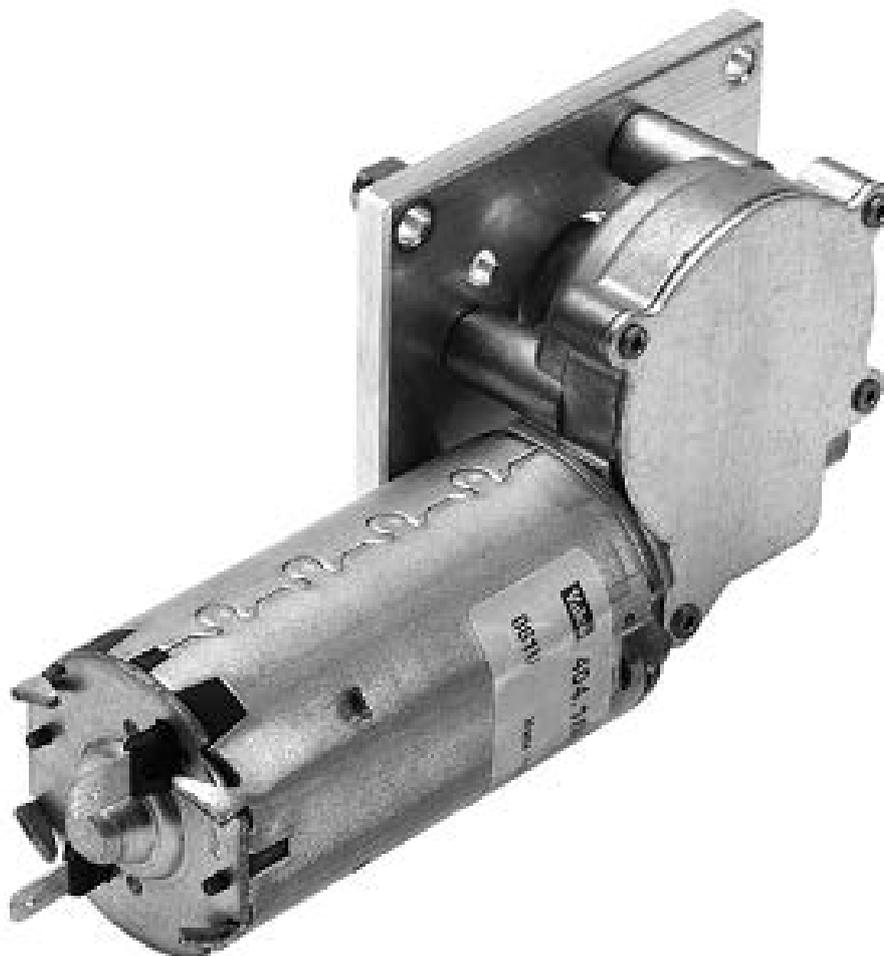


Рисунок 3.3 – Двигатель постоянного тока с редуктором

3.2 Пуск двигателя постоянного тока

Двигатель постоянного тока начинает вращаться при подаче энергии. Направление вращения зависит от полярности. На рисунке 3.4 изображен простейший способ пуска двигателя разомкнутым контактом (двигатель выключен) и замкнутым (двигатель включен).

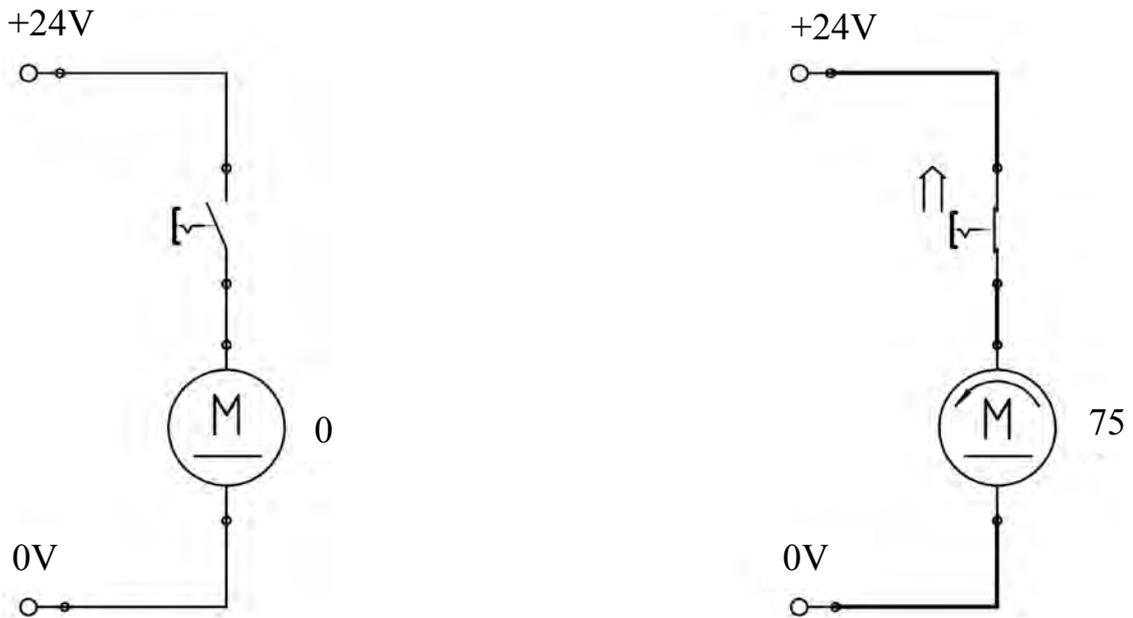


Рисунок 3.4 – Пуск двигателя постоянного тока

Так как электродвигателям необходимы сравнительно большие токи, пуск происходит с помощью реле, чтобы не перегружать выключатели. На рисунке 3.5 изображена соответствующая принципиальная схема.

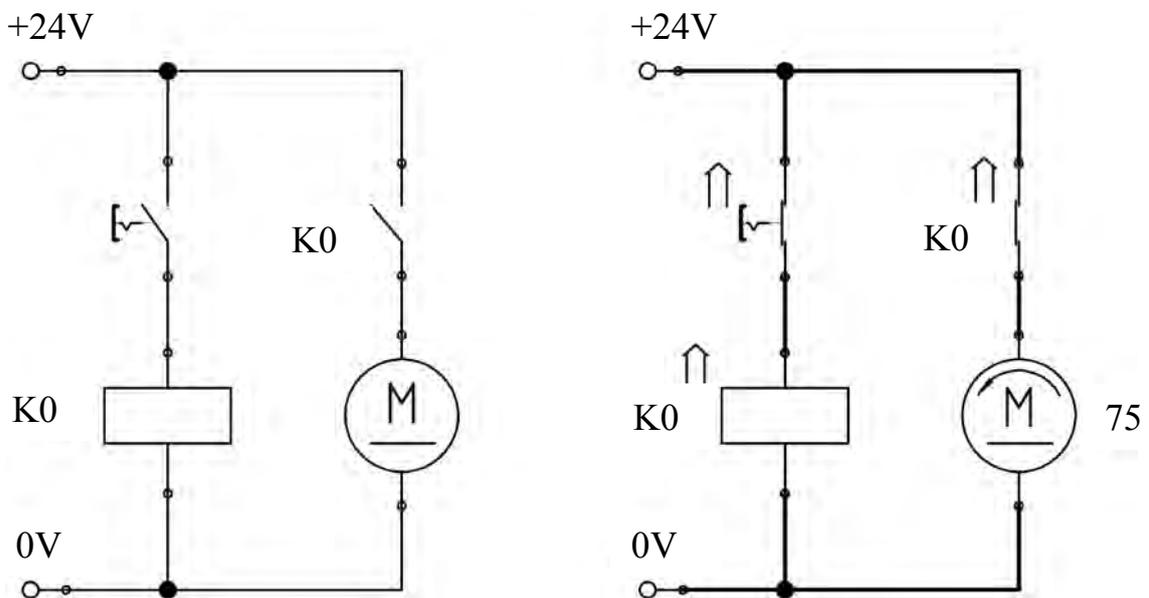


Рисунок 3.5 – Пуск двигателя постоянного тока с помощью реле

Чтобы изменить направление вращения двигателя, направление тока должно быть изменено двигателем (рисунок 3.6).

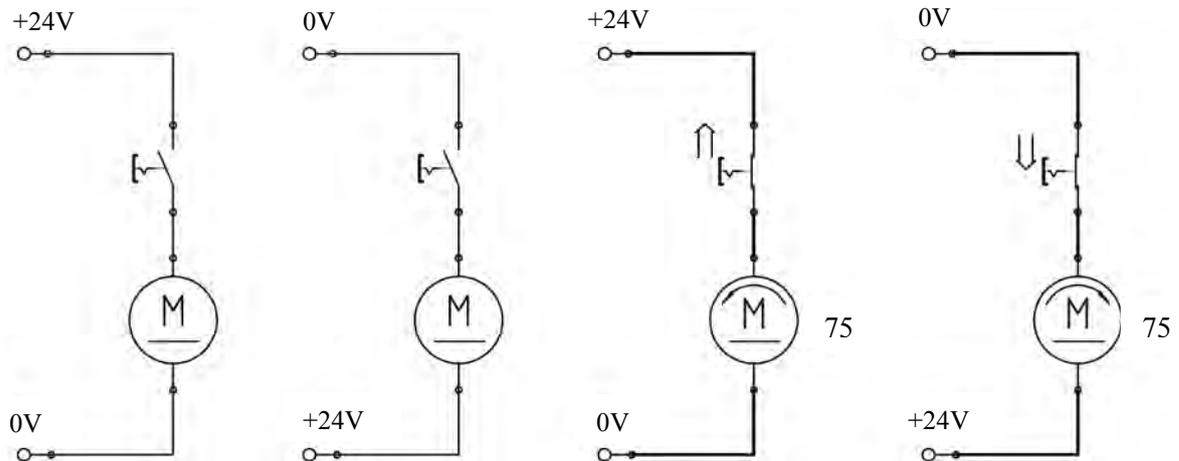


Рисунок 3.6 – Изменение направления вращения двигателя постоянного тока

Так как невозможно или нецелесообразно постоянно изменять проводку двигателя, для смены направления вращения используют так называемый контур смены полюсов (рисунок 3.7).

В данном случае двигатель запускается с помощью двух реле. Реле K0 включает или выключает ток, а переключающее реле K1 изменяет полярность тока так, чтобы двигатель работал в прямом и обратном направлениях.

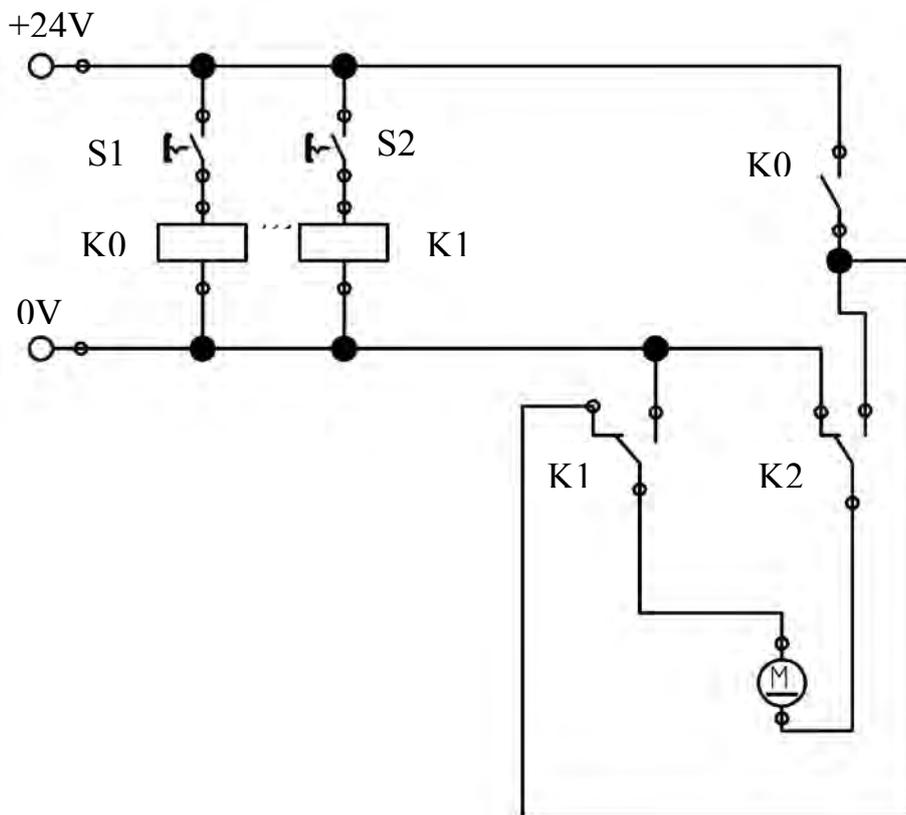


Рисунок 3.7 – Контур смены полюсов

3.3 Электромагниты

Другим электрическим приводным механизмом, подходящим для выполнения простейших задач по регулировке положения, является электромагнит. Например, электромагниты переключают золотники распределителей с электромагнитным управлением и могут использоваться везде, где достаточно линейных ходов.

На рисунке 3.8 изображен принцип работы электромагнита. Он состоит из катушки и металлического сердечника. Когда ток течет через катушку, возникают магнитное поле и сила притяжения, действующая на сердечник. Это приводит к тому, что сердечник втягивается в катушку. Когда ток отключается, пружина выталкивает сердечник из катушки. Смена направления течения тока вызывает изменение направления магнитного поля, однако это не влияет на силу притяжения, действующую на сердечник.

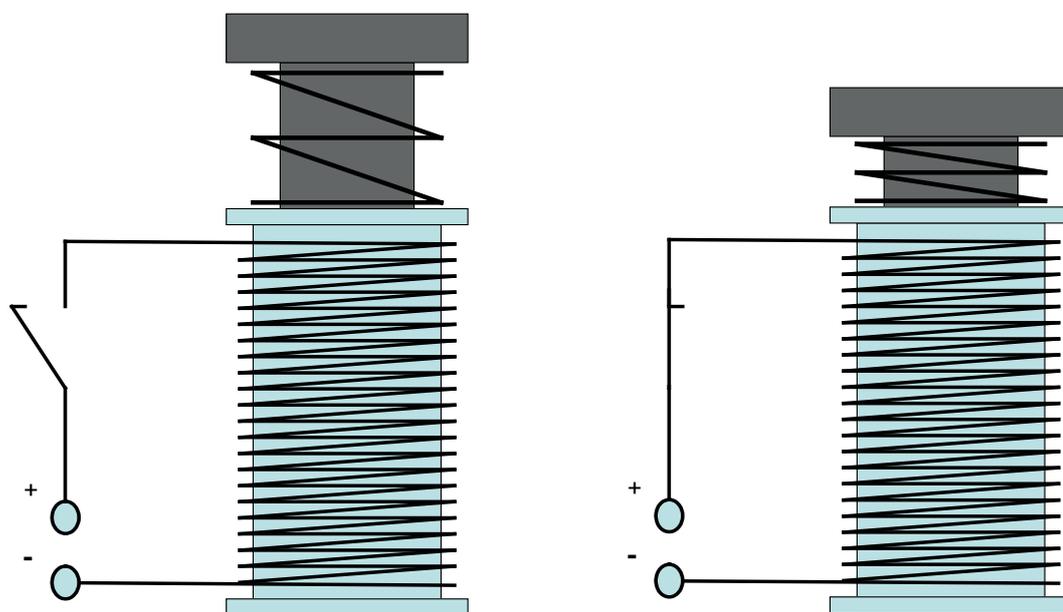


Рисунок 3.8 – Принцип работы электромагнита

4 Датчики

Датчики предназначены для сбора информации и передачи ее в формате, поддающемся оценке, в систему обработки сигналов. Они используются для решения разнообразных технологических задач.

Бесконтактные датчики получили широкое распространение в промышленности, т. к. могут определять положение (или приближение) заготовки.

В бесконтактных датчиках нет контактов и, следовательно, нет внешнего механического пускового воздействия. Это обеспечивает их долговечность и высокую надежность.

Виды бесконтактных датчиков:

- датчики с механическим переключающим контактом (герконы);
- датчики с электронным переключателем выхода:
 - а) индуктивные бесконтактные датчики;
 - б) емкостные бесконтактные датчики;
 - в) оптические бесконтактные датчики.

4.1 Магнитные бесконтактные датчики (герконы)

Герконы приводятся в действие магнитом. Они состоят из двух контактных пластинок в маленькой стеклянной трубке, заполненной инертным газом. Действие магнита вызывает замыкание пластинок так, чтобы мог протекать ток (рисунок 4.1).

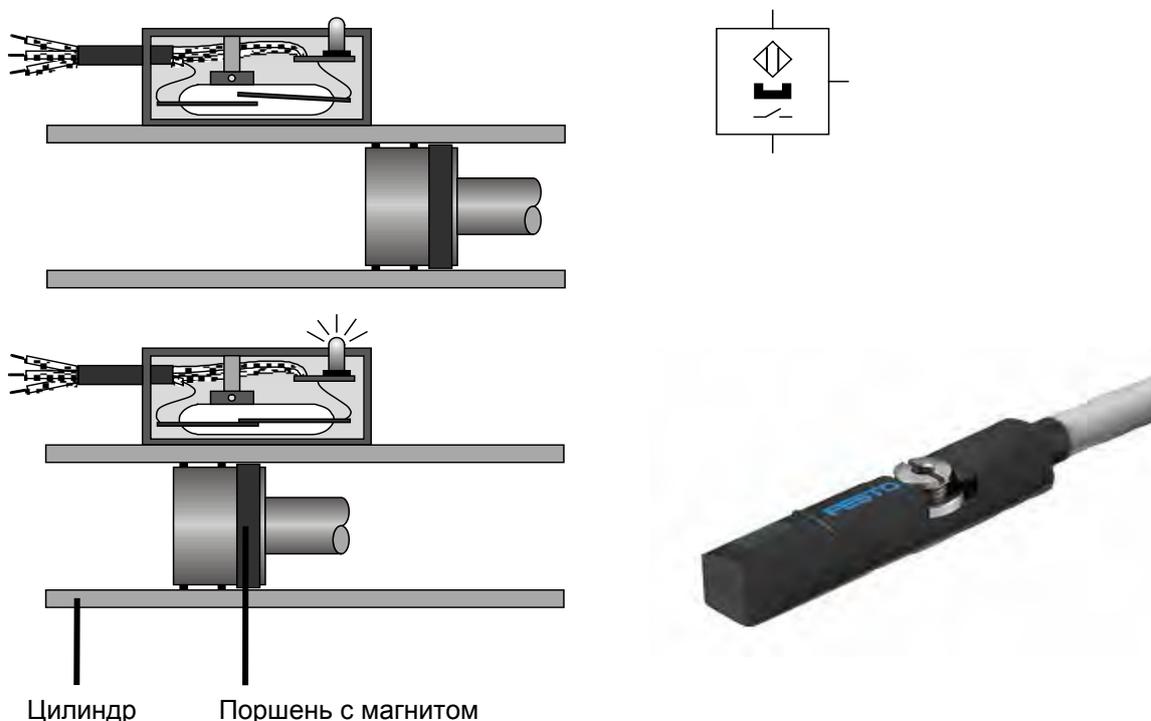


Рисунок 4.1 – Конструктивная схема, внешний вид и условное обозначение геркона

Герконы долговечны и обладают высокой скоростью переключения (около 0,2 мс). Они просты в обслуживании, но не могут использоваться в местах с сильным магнитным полем.

4.2 Индуктивные бесконтактные датчики

Индуктивные бесконтактные датчики состоят из резонансного контура 1, триггера 2 и усилителя 3. При подаче напряжения на контакты резонансный контур вырабатывает магнитное переменное (высокочастотное) поле, которое излучается из передней части датчика (рисунок 4.2).

Помещение электрического проводника в это переменное поле «ослабляет» резонансный контур. Далее по мере протекания тока электронный блок, состоящий из триггера и усилителя, оценивает характер резонансного контура и выдает сигнал.

Индуктивные бесконтактные датчики могут быть использованы для определения положения любых материалов с хорошей электрической проводимостью, например графита или металла.

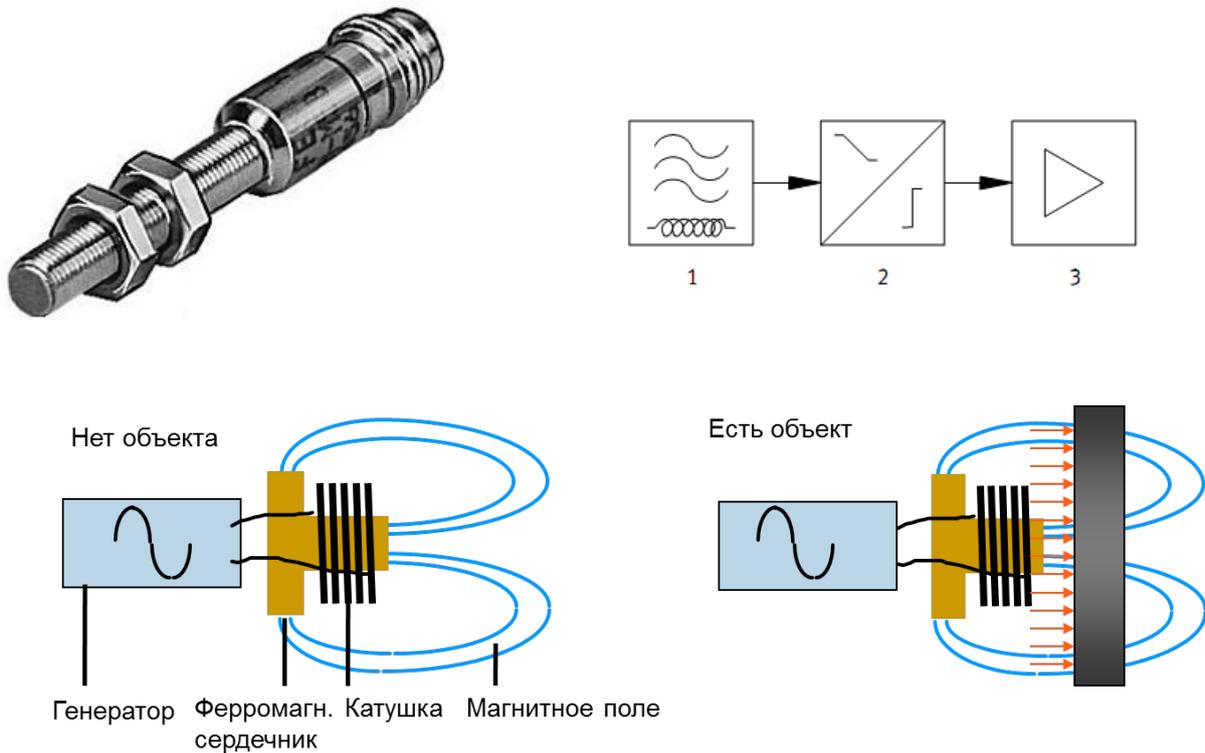


Рисунок 4.2 – Внешний вид, функциональная схема цепи и принцип действия индуктивного датчика

4.3 Оптические бесконтактные датчики

Оптический датчик состоит из передатчика (излучателя) и приемника оптического излучения, которые могут располагаться в одном корпусе (моноблочные датчики) или в разных корпусах (двухблочные датчики).

Оптические бесконтактные датчики классифицируются на три группы:

- 1) тип Т – с приемом прямого луча от излучателя (барьерные);
- 2) тип R – с приемом луча, возвращенного от отражателя (рефлекторные);
- 3) тип D – с приемом луча, рассеянно отраженного от объекта (диффузионные).

Оптические барьерные датчики.

Барьерные датчики – передатчик и приемник размещены отдельно друг от друга (рисунок 4.3). Прямой оптический луч идет от излучателя к приемнику и

может быть перекрыт объектом воздействия (рисунок 4.4).

Назначение: обнаружение непрозрачных и зеркальных объектов.



Рисунок 4.3 – Датчик барьерный вилкообразной формы

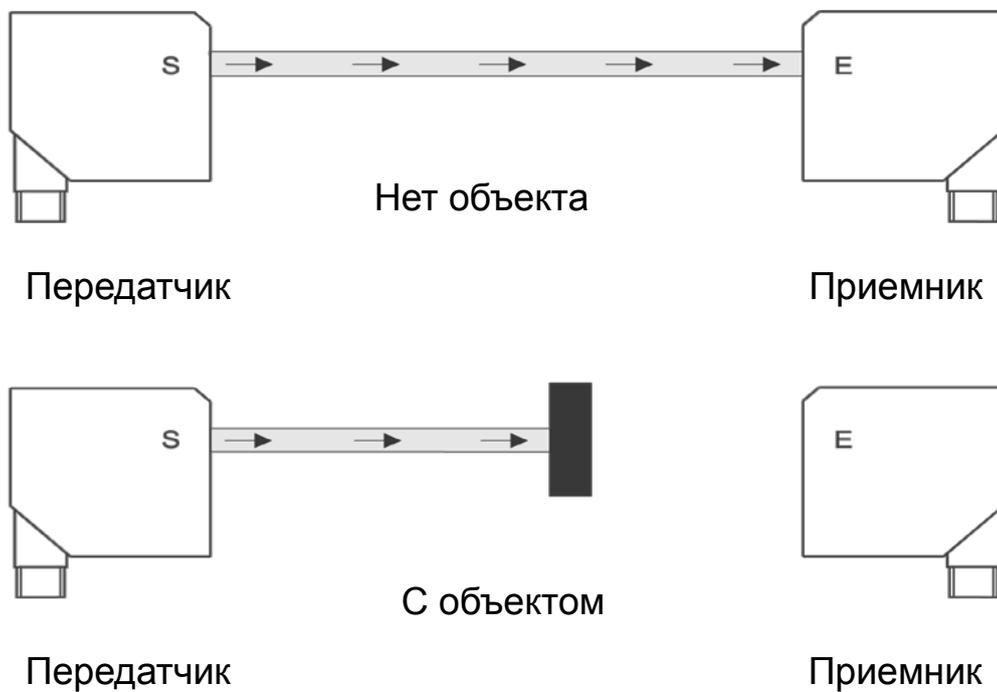


Рисунок 4.4 – Принцип работы оптических барьерных датчиков

5 Инструкция по охране труда при проведении лабораторных работ

Общие требования безопасности

1 Допуск студентов к лабораторным занятиям производится только после инструктажа по технике безопасности, о чем делается соответствующая запись в специальном журнале. Получивший инструктаж подтверждает его прохождение подписью.

2 При проведении лабораторных работ и лабораторного практикума необходимо соблюдать правила пожарной безопасности, знать места расположения первичных средств пожаротушения.

3 Студентам следует быть внимательными и дисциплинированными, точно выполнять указания преподавателя.

4 Пребывание студентов в лаборатории разрешается только в присутствии преподавателя.

Требования безопасности перед началом работы

1 Внимательно изучить содержание и порядок проведения лабораторной работы или лабораторного практикума, а также безопасные приемы его выполнения.

2 В случае неисправности оборудования немедленно сообщить об этом преподавателю и до ее устранения к работе не приступать (работать на неисправном оборудовании запрещается).

3 Перед каждым включением оборудования предварительно убедиться, что его пуск безопасен.

Требования безопасности во время работы

1 Точно выполнять все указания преподавателя при проведении лабораторной работы, без его разрешения не производить самостоятельно никаких работ.

2 Не прикасаться к находящимся под напряжением элементам электрической цепи, к корпусам стационарного электрооборудования, не производить переключений в цепях до отключения источника тока.

3 Постоянно наблюдать за работой оборудования в процессе работы.

4 Запрещается во время работы оборудования снимать ограждения и предохранительные устройства, а также держать их открытыми. Во время работы не касаться руками вращающихся и перемещающихся частей установок, не вводить руки в зону движения.

5 Все подготовительные работы на оборудовании проводить в их обесточенном состоянии или в режиме «Наладка».

6 При обнаружении неисправности в работе электрических устройств, находящихся под напряжением, повышенном их нагревании, появлении искре-



ния, запаха горелой изоляции и т. д. немедленно отключить источник электропитания и сообщить об этом преподавателю.

Требования безопасности по окончании работы

- 1 Полностью выключить оборудование.
- 2 Привести в порядок рабочее место.
- 3 Предупредить преподавателя обо всех, даже малейших и незначительных, неисправностях оборудования.

Требования безопасности в аварийных ситуациях

- 1 В случае травмирования кого-либо немедленно доложить преподавателю.
- 2 При выходе оборудования из строя (нет освещения, возгорание токопроводов, поломка механических деталей) необходимо произвести следующие действия.
 - 2.1 Отключить оборудование соответствующим тумблером (обесточить).
 - 2.2 Вынуть вилку из штепсельной розетки.
 - 2.3 Доклнить преподавателю о случившемся, а в случае возгорания приступить к немедленной его ликвидации первичными средствами пожаротушения.

6 Лабораторная работа № 1. Изучение функционального назначения компонентов пневматической системы на примере станции стекового накопителя системы MecLab®

Цель работы: изучение условных обозначений, названий, функционального назначения и области применения компонентов пневматической системы; разработка принципиальной схемы и сборка станции стекового накопителя системы MecLab®.

Задачи

- 1 Изучение функционального назначения компонентов станции стекового накопителя системы MecLab®.
- 2 Разработка принципиальной пневматической схемы станции стекового накопителя системы MecLab®.
- 3 Сборка станции стекового накопителя системы MecLab® по разработанной пневматической схеме.



Оборудование, инструменты и приборы

- 1 Объект исследования – станция стекового накопителя.
- 2 Компрессорная станция.
- 3 Набор слесарного инструмента для сборки станции.

Порядок выполнения работы

1 Получить у лаборанта или преподавателя методические материалы и комплект компонентов станции стекового накопителя системы MecLab®.

2 Изучить инструкции по технике безопасности и выполнению работы.

3 По методическим указаниям и натурным образцам ознакомиться с конструкцией и функциональным назначением компонентов типовой пневматической системы.

4 Составить пневматическую принципиальную схему, включающую:

- вертикально расположенный пневматический цилиндр одностороннего действия, который питается воздухом от распределителя с электромагнитным управлением, приводится в действие через ПК и должен быть использован для запрессовки изделий. Цилиндр должен выдвинуться при нажатии кнопки и оставаться в выдвинутом положении до тех пор, пока кнопка не будет отпущена. Из соображений безопасности важным условием является то, что цилиндр должен вернуться в исходное положение в случае нарушения электропитания;

- горизонтально расположенный пневматический цилиндр двустороннего действия, который питается воздухом от распределителя с электромагнитным управлением, приводится в действие через ПК и должен быть использован для выталкивания деталей;

- магнитные бесконтактные датчики положения, которые определяют положение поршня цилиндра.

5 Разработать систему управления станции стекового накопителя через ПК со следующими характеристиками:

- оператор размещает контейнер в сборочном устройстве и нажимает кнопку «Пуск»;

- цилиндр двустороннего действия выталкивает крышку из накопителя башенного типа (на контейнер) и затем возвращается в исходное положение;

- цилиндр одностороннего действия спрессовывает вместе контейнер и крышку в течение 10 с;

- оператор убирает готовую деталь (контейнер плюс крышка).

Описание конструкции и принципа работы лабораторной установки

Основанием станции стекового накопителя является плоский алюминиевый профиль с пазами, на котором монтируются все компоненты. В состав функциональных элементов входят (рисунок 6.1): дроссель с обратным клапаном 1; цилиндр одностороннего действия 2; платформа для складирования 3;

распределительная коробка с многостырьковой вилкой 4; 4/2-распределитель с двумя электромагнитами 5; 4/2-распределитель с одним электромагнитом 6; цилиндр двустороннего действия 7; магнитный бесконтактный датчик положения 8; 3/2-распределитель с ручным управлением 9; кабельный канал 10; накопитель 11.

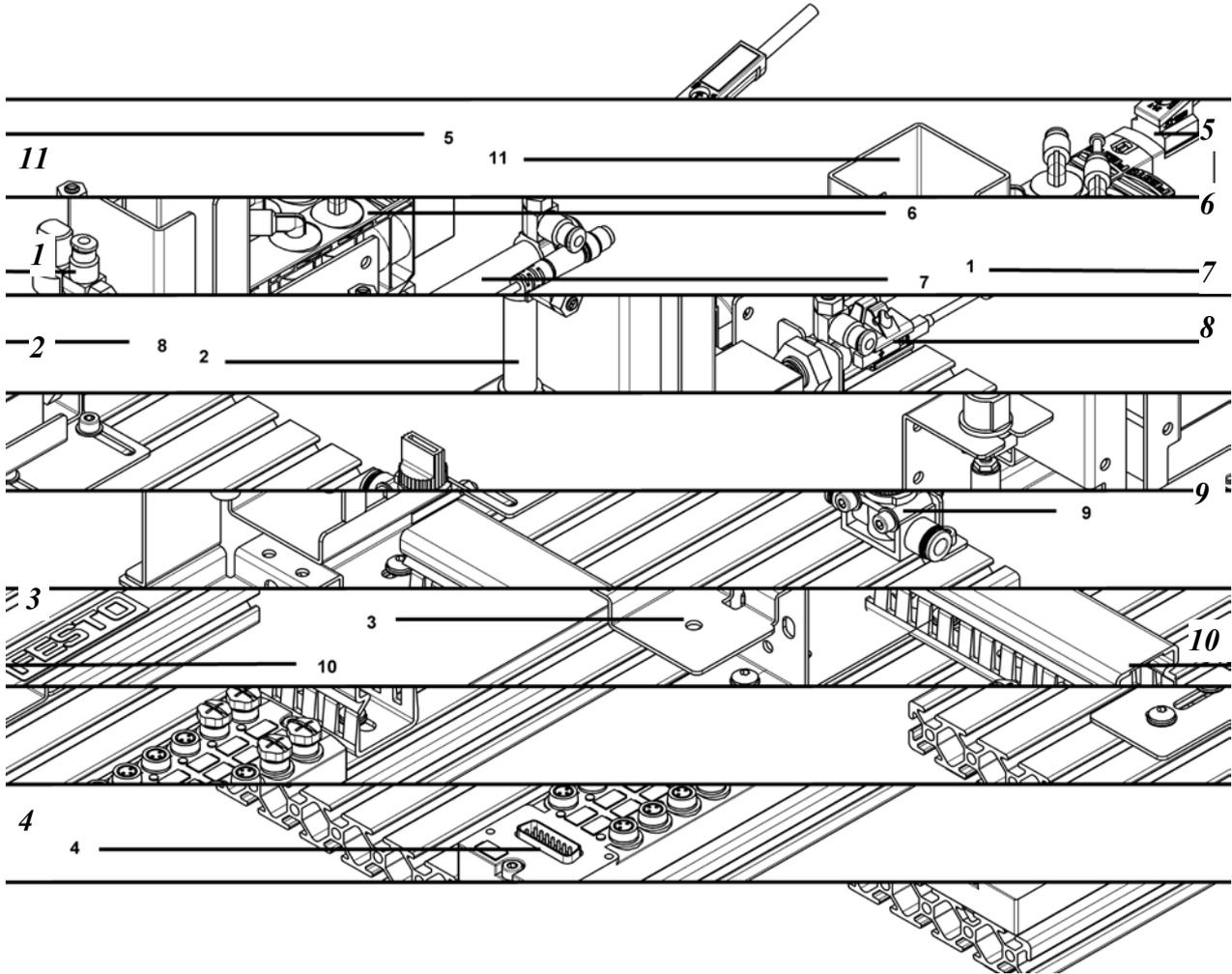


Рисунок 6.1 – Внешний вид станции стекового накопителя

Схематическое изображение станции стекового накопителя представлено на рисунке 6.2. Станция предназначена для запрессовки крышек, складированных в накопителе 11, во втулку, устанавливаемую на платформу 3. При включении станции цилиндр (1А) двустороннего действия 7 выталкивает крышку из накопителя 11, а цилиндр (2А) одностороннего действия 2 запрессовывает ее во втулку. Регулировка скорости цилиндров осуществляется дросселями с обратным клапаном 1. Срабатывание цилиндра 2 происходит по сигналу датчика (1S1) 8, установленного на корпусе цилиндра 7. Распределители 5 и 6 приводят в действие цилиндры посредством сжатого воздуха, подаваемого по трубопроводу от компрессора.

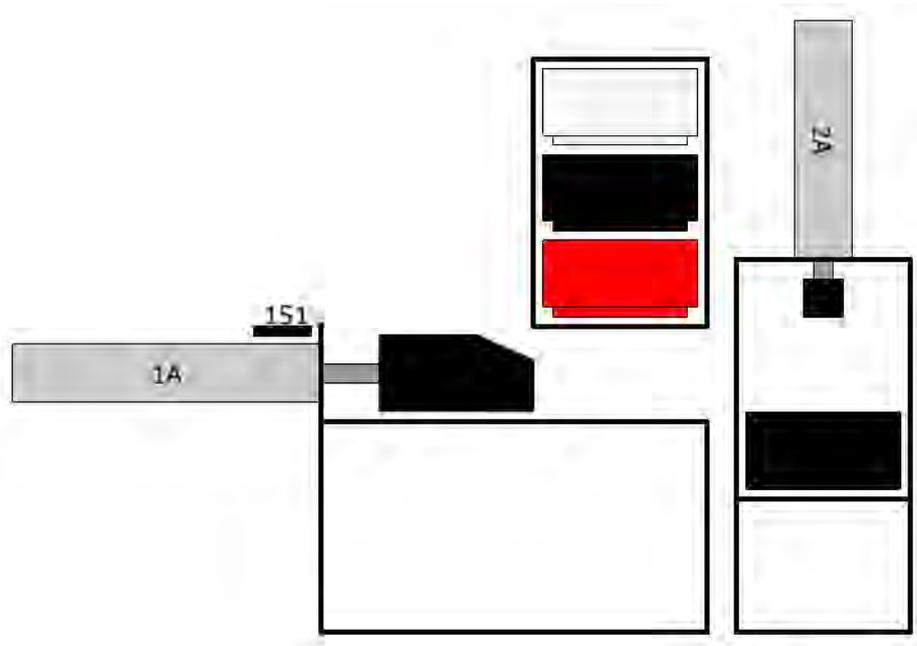


Рисунок 6.2 – Схематическое изображение станции стекового накопителя

Контрольные вопросы

- 1 Перечислите компоненты станции стекового накопителя.
- 2 Опишите назначение всех компонентов станции стекового накопителя.
- 3 Назовите все элементы, входящие в принципиальную пневматическую схему станции, опишите их функции и принцип работы.

7 Лабораторная работа № 2. Изучение функциональных назначений компонентов пневматической системы на примере станции манипулятора MecLab®

Цель работы: изучение условных обозначений, названий, функционального назначения и области применения компонентов пневматической системы; разработка принципиальной схемы и сборка станции манипулятора MecLab®.

Задачи

- 1 Изучение функционального назначения компонентов станции манипулятора системы MecLab®.
- 2 Разработка принципиальной пневматической схемы станции манипулятора системы MecLab®.
- 3 Сборка станции манипулятора системы MecLab® по разработанной пневматической схеме.

Оборудование, инструменты и приборы

- 1 Объект исследования – станция манипулятора.
- 2 Компрессорная станция.
- 3 Набор слесарного инструмента для сборки станции.

Порядок выполнения работы

1 Получить у лаборанта или преподавателя методические материалы и комплект компонентов станции манипулятора системы MecLab®.

2 Изучить инструкции по технике безопасности и выполнению работы.

3 По методическим указаниям и натурным образцам ознакомиться с конструкцией и функциональным назначением компонентов типовой пневматической системы.

4 Составить пневматическую принципиальную схему станции манипулятора, позволяющую решать следующие задачи:

– обрабатываемые детали должны быть подняты при помощи вертикально расположенного пневматического цилиндра двустороннего действия. Цилиндр должен быть оснащён дросселями с обратными клапанами, питаться воздухом от распределителя с электромагнитным управлением и управляться через ПК. При нажатии кнопки цилиндр должен выдвигаться, а при нажатии второй кнопки должен втягиваться;

– обрабатываемые детали должны быть перемещены по горизонтали при помощи пневматического цилиндра двустороннего действия. Цилиндр должен быть оснащён дросселями с обратными клапанами, питаться воздухом от распределителя с электромагнитным управлением и управляться через ПК. При нажатии кнопки цилиндр должен выдвигаться, а при нажатии второй кнопки должен втягиваться;

– обрабатываемые детали захватываются при помощи пневматического захвата цилиндрических деталей двумя зажимами. Захват работает на закрытие и раскрытие, питается воздухом от 4/2-распределителя с одним электромагнитом и управляется через ПК;

– использовать магнитные бесконтактные датчики для определения положения поршня цилиндра, при этом транспортная система должна переместить деталь с одного лотка на другой. Входные и выходные сигналы должны быть получены и переданы в соответствии с условиями таблицы 7.1 и рисунком 7.1.

5 Собрать из комплекта компонентов станцию манипулятора, обеспечив монтаж электрических проводов и трубопроводов в соответствии с принципиальной схемой и таблицей 7.1. Отрегулировать платформу для складирования, чтобы захват мог надёжно захватить деталь.

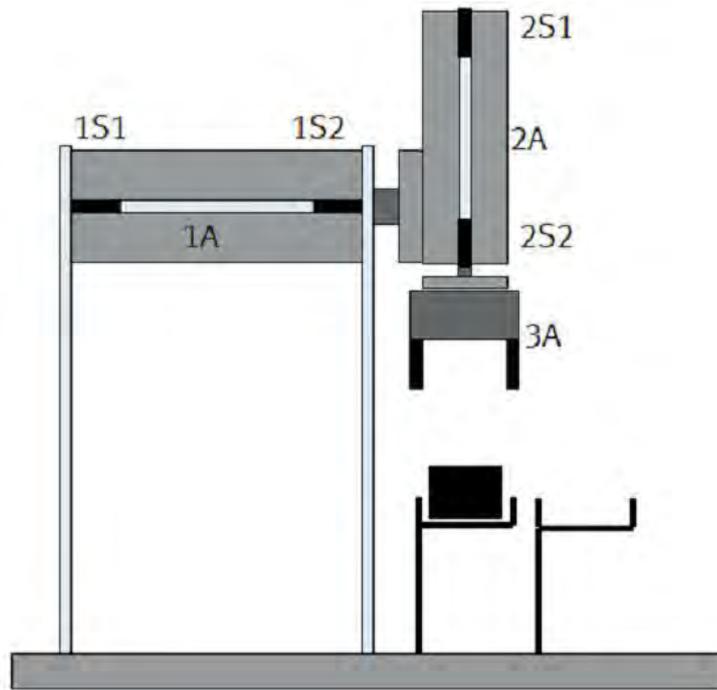


Рисунок 7.1 – Схематическое изображение станции манипулятора

Таблица 7.1 – Последовательность действий станции манипулятора с входными и выходными сигналами

Шаг	Действие компонента станции	Выходной сигнал	Условие
1	Выдвижение цилиндра 2	$2M1 = 1$	$1S1 = 1$ $2S1 = 1$ $START = 1$
2	Закрытие захвата	$3M1 = 1$	$2S2 = 1$ $1S1 = 1$ Step 1
3	Втягивание цилиндра 2	$2M2 = 1$	$2S2 = 1$ $1S1 = 1$ Step 2
4	Выдвижение цилиндра 1	$1M1 = 1$	$1S1 = 1$ $2S1 = 1$ Step 3
5	Выдвижение цилиндра 2	$2M1 = 1$	$1S2 = 1$ $2S1 = 1$ Step 4
6	Открытие захвата	$3M1 = 0$	$1S2 = 1$ $2S2 = 1$ Step 5
7	Втягивание цилиндра 2	$2M2 = 1$	$1S2 = 1$ $2S2 = 1$ Step 6
8	Втягивание цилиндра 1	$1M2 = 1$	$1S2 = 1$ $2S1 = 1$ Step 7

Описание конструкции и принципа работы лабораторной установки

Основанием станции манипулятора является плоский алюминиевый профиль с пазами, на котором монтируются все компоненты. В состав функциональных элементов входят (рисунок 7.2): магнитный бесконтактный датчик 1; цилиндр двустороннего действия с направляющими 2; захват 3; платформа для складирования 4; распределительная коробка с многоштырьковой вилкой 5; дроссели с обратными клапанами 6; цилиндр двустороннего действия с направляющими 7; магнитный бесконтактный датчик положения 8; распределитель с электромагнитами 9; 3/2-распределитель с ручным управлением 10; кабельный канал 11.

Схематическое изображение станции стекового накопителя представлено на рисунке 7.1. Станция предназначена для перемещения детали с одной позиции платформы для складирования на другую ее позицию.

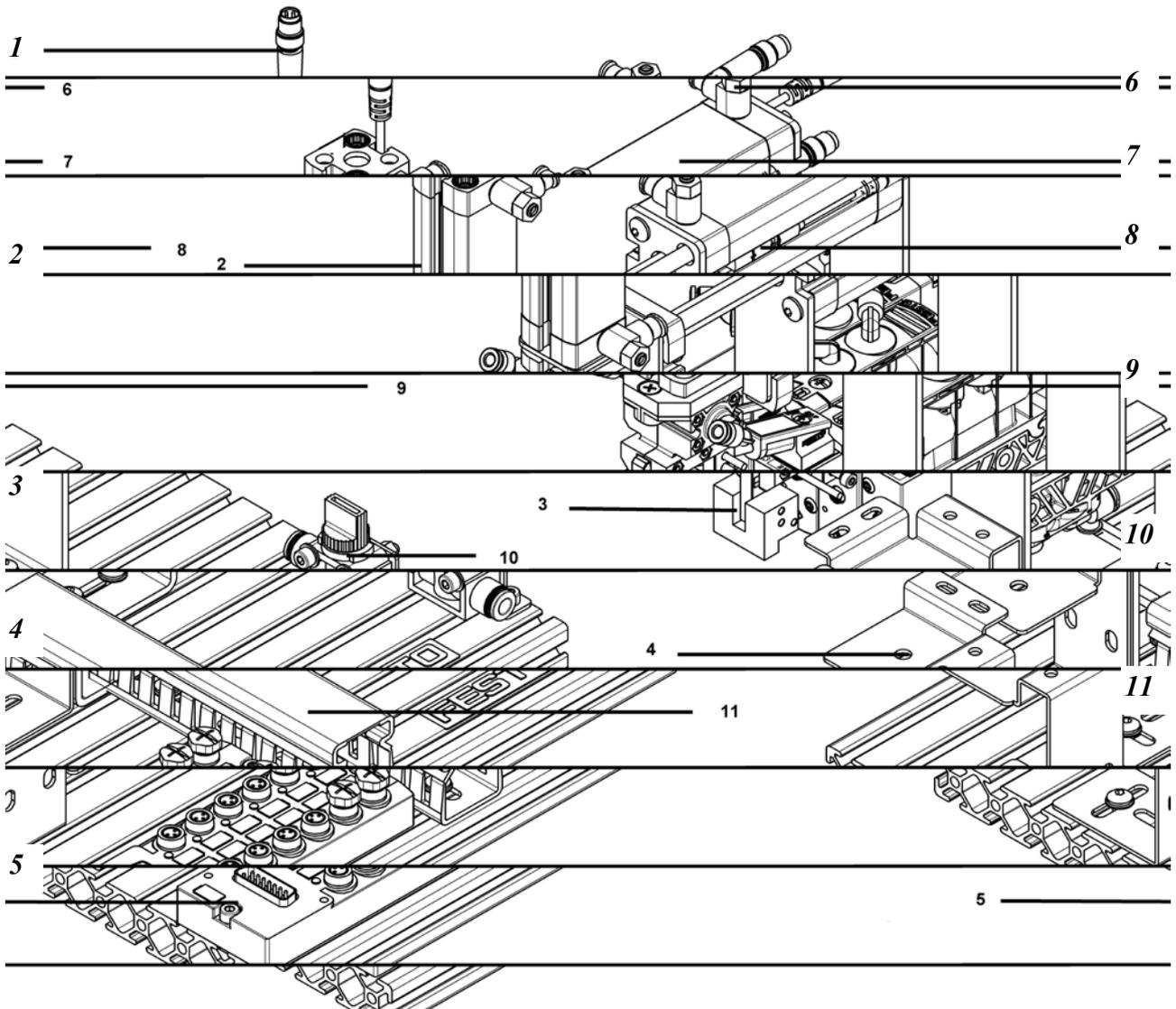


Рисунок 7.2 – Внешний вид станции манипулятора

На платформу 4 помещается деталь, при включении станции манипулятора происходит выдвижение цилиндра двустороннего действия 2 вниз. Когда поршень цилиндра 2 со встроенным магнитом достигает положения датчика 1, контакт в датчике замыкается и подается сигнал на включение пневмозахвата 3. Губки захвата 3 сжимаются, блокируя деталь, поршень цилиндра 2 вытягивается вверх. При достижении поршнем положения датчика 2S1 дается сигнал на срабатывание цилиндра 7, который выдвигается по горизонтали. Деталь в поднятом состоянии перемещается на вторую позицию платформы. При достижении поршнем цилиндра 7 положения датчика 8 дается сигнал на выдвижение цилиндра 2 вниз. Как только поршень цилиндра 2 сравняется с положением датчика 2S2, губки пневмозахвата разжимаются и деталь занимает свое положение на позиции 2 платформы 4. Цилиндр 2 вытягивается, и по достижении поршнем положения датчика 2S1 происходит вытягивание цилиндра 7. На этом цикл работы станции манипулятора закончен.

Контрольные вопросы

- 1 Перечислите компоненты станции манипулятора.
- 2 Опишите назначение всех компонентов станции манипулятора.
- 3 Назовите все элементы, входящие в принципиальную пневматическую схему станции, опишите их функции и принцип работы.

8 Лабораторная работа № 3. Изучение функционального назначения компонентов конвейерной станции системы MecLab

Цель работы: изучение условных обозначений, названий, функционального назначения и области применения компонентов конвейерной станции системы MecLab.

Задачи

- 1 Изучение функционального назначения и условного обозначения компонентов конвейерной станции системы MecLab®.
- 2 Разработка конструктивной схемы установки станции конвейера системы MecLab®.
- 3 Сборка конвейерной станции системы MecLab®.
- 4 Разработка принципиальной электрической схемы в программе FluidSIM® для конструктивной схемы станции конвейера системы MecLab®.

Оборудование, инструменты и приборы

- 1 Объект исследования – станция конвейера.
- 2 Набор слесарного инструмента для сборки станции.



Порядок выполнения работы

1 Получить у лаборанта или преподавателя методические материалы и комплект компонентов станции конвейера системы MecLab.

2 Изучить инструкции по технике безопасности и выполнению работы.

3 По методическим указаниям и натурным образцам ознакомиться с конструкцией и функциональным назначением компонентов станции конвейера. Изучить и описать назначение компонентов в отчете.

4 По методическим указаниям изучить материалы о режимах работы двигателя постоянного тока, о реле, кнопках, выключателях, нормально открытых, нормально закрытых и переключающих контактах.

5 Создать конструктивную схему установки станции конвейера, показывая расположение каждого элемента, и обозначить наиболее важные компоненты.

6 Создать принципиальную электрическую схему в программе FluidSIM® для конструктивной схемы станции конвейера и таблицу подключения штырьков на распределительной коробке с многоштырьковой вилкой.

Задание

Обрабатываемые детали (контейнеры и крышки чёрного цвета) должны быть перемещены от начала до конца конвейера. Движение должно начаться, когда обрабатываемая деталь помещена в начале конвейера, и прекратиться, как только деталь достигнет левой стороны конвейера на другом конце. Серебряные детали должны быть сброшены на наклонный лоток.

Описание конструкции и принципа работы лабораторной установки

Основанием конвейерной станции является плоский алюминиевый профиль с пазами, на котором монтируются все компоненты. В состав функциональных элементов входят (рисунок 8.1): оптический датчик 1; двигатель постоянного тока с редуктором 2; реле 3; распределительная коробка с мультиштырьковой вилкой 4; электромагнит 5; индуктивный датчик 6; наклонный лоток 7; кабельный канал 8.

Схематическое изображение конвейерной станции представлено на рисунке 8.2. Станция предназначена для транспортировки деталей. Для экономии энергии конвейер не должен работать непрерывно. Поэтому конвейер должен включаться всякий раз, когда обрабатываемая деталь помещается в начале конвейера, и останавливаться, как только задача передачи детали будет завершена. Задача обнаружения обрабатываемой детали в начале конвейера решается с помощью оптического датчика (ОПТ) 1, дающего сигнал двигателю постоянного тока с редуктором (DC-Motor) 2 на включение. Управление двигателем постоянного тока осуществляет реле 3.



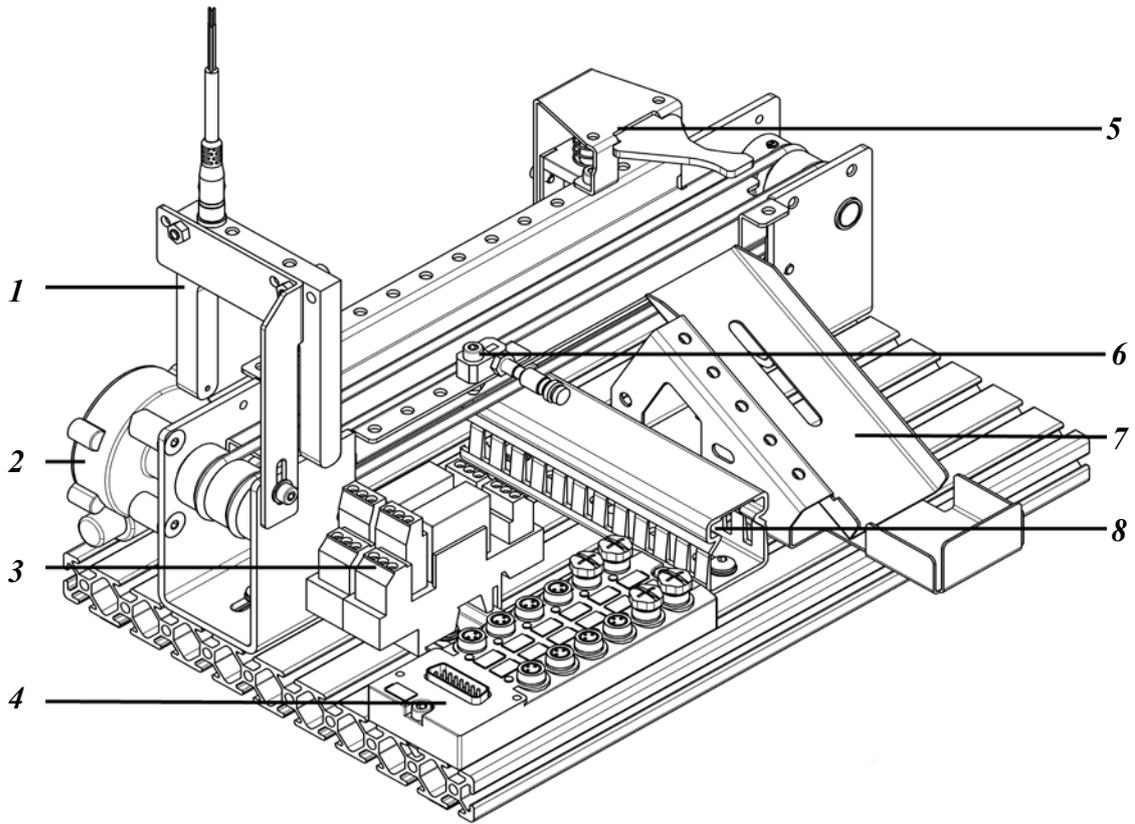


Рисунок 8.1 – Внешний вид конвейерной станции

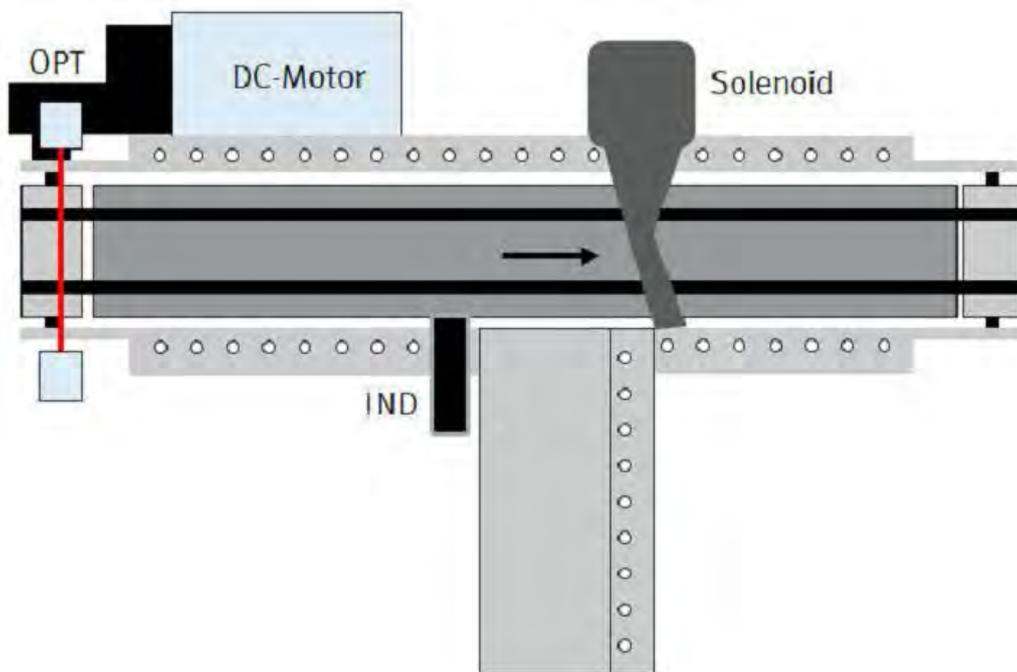


Рисунок 8.2 – Схематическое изображение конвейерной станции

Перемещаемые детали могут быть различного цвета (контейнеры и крышки чёрные и серебристые), однако до конца конвейера должны доходить только детали черного цвета. Серебристого цвета детали сбрасываются на наклонный лоток 7 отсекаем с электромагнитом (Solenoid) 5. Обнаружение металлических деталей серебристого цвета осуществляется посредством индуктивного датчика (IND) 6.

Контрольные вопросы

- 1 Перечислите компоненты конвейерной станции.
- 2 Опишите назначение всех компонентов конвейерной станции.
- 3 Опишите принцип работы двигателя постоянного тока, реле, выключателей.
- 4 Назовите все элементы, входящие в принципиальную электрическую схему станции, опишите их функции и принцип работы.

Список литературы

- 1 Автоматизация в промышленности: практикум: в 4 ч. Ч. 1. Пневмоавтоматика и гидроавтоматика / Е. В. Пашков [и др.]; под ред. Е. В. Пашкова. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2010. – 156 с.
- 2 **Схиртладзе, А. Г.** Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для вузов / А. Г. Схиртладзе, В. Н. Воронов, В. П. Борискин. – Старый Оскол: ТНТ, 2011. – 612 с.
- 3 **Шишмарев, В. Ю.** Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для вузов / В. Ю. Шишмарев. – Москва: Академия, 2007. – 368 с.
- 4 Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебник для вузов / Под ред. Н. М. Капустина. – Москва: Высшая школа, 2007. – 415 с.
- 5 **Фельдштейн, Е. Э.** Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учебное пособие / Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич. – Москва: НИЦ ИНФРА-М, Новое знание, 2016. – 264 с.

