

## *ЛЕКЦИЯ №10 РЕГУЛИРУЮЩАЯ ПОДСИСТЕМА И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ*

Цель занятия:

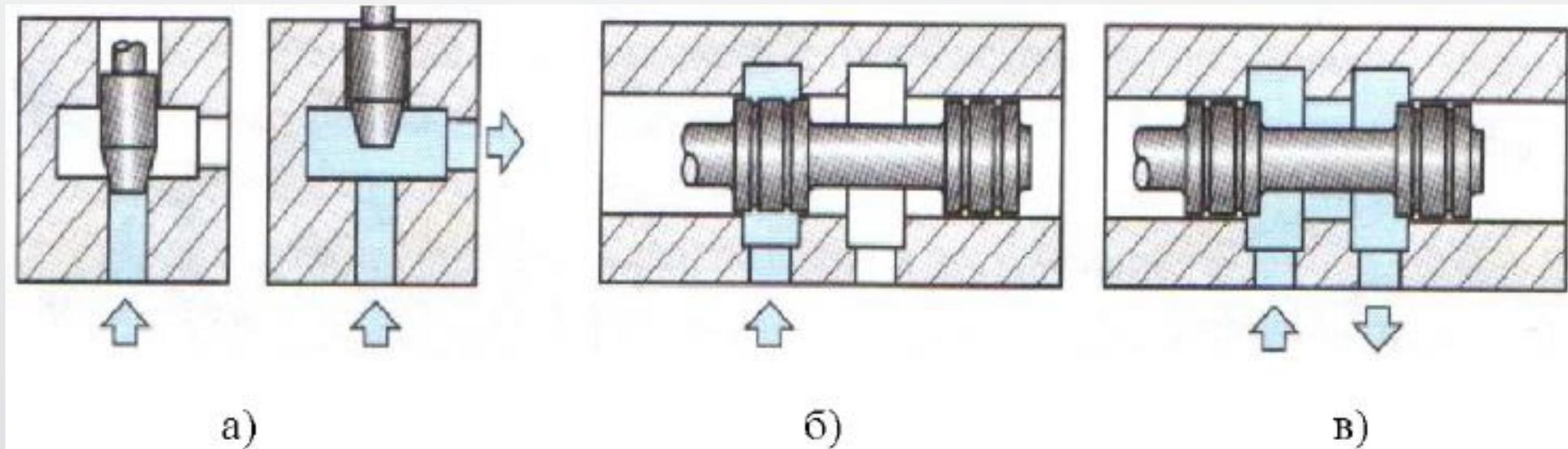
1. Пневматические распределители
2. Пневматические дроссели и клапаны
3. Условные обозначения

Лектор: PhD, ст. преп. каф. «ТТиЛС»  
Сулеев Б.Д.

Функциональное значение пневматических элементов, образующих направляющую и регулирующую подсистему пневмопривода, заключается в управлении энергией сжатого воздуха, поступающего от источника (компрессорной станции) к потребителю (исполнительным механизмам). Чтобы исполнительные механизмы совершили полезную работу в нужном месте и в требуемом объеме, следует обеспечить движение потока сжатого воздуха в соответствующем направлении и отрегулировать до необходимого уровня его параметры (давление и расход).

В направляющих и регулирующих устройствах воздействие на поток сжатого воздуха осуществляется посредством подвижных запорно-регулирующих элементов (ЗРЭ).

В зависимости от способа воздействия элемента на поток сжатого воздуха практически все устройства, входящие в направляющую и регулиющую подсистему пневмоприводов, подразделяются на два больших класса: аппаратуру клапанного типа и аппаратуру золотникового типа (рисунок 10.1).



клапанного (а) и золотникового (б) типов  
 Рисунок 10.1 - Принцип действия аппаратов

От типа конструктивного исполнения аппарата (клапанный или золотниковый) зависят характеристики процесса его переключения (усилия, длина хода ЗРЭ), степень герметичности, уровень требований к чистоте рабочей среды и необходимости смазки. К недостаткам аппаратуры клапанного типа можно отнести следующее: требуется приложение значительных усилий для перемещения ЗРЭ, что связано с необходимостью преодоления сил, возникающих от давления сжатого воздуха на последний, или сил сопротивления пружин, прижимающих ЗРЭ к седлу клапана.

В аппаратуре золотникового типа ЗРЭ перемещается перпендикулярно осевой линии потока. В подобных аппаратах усилие, обусловленное давлением сжатого воздуха на ЗРЭ, не приводит к какому-либо его смещению, т.к. силы давления на торцы золотника уравновешены (золотник гидравлически разгружен). Для перемещения ЗРЭ необходимо преодолеть только силы трения между ним и корпусом, что является неоспоримым для такого конструктивного решения.

При этом можно выделить следующие его недостатки:

- 1) для полного открытия рабочего канала золотник необходимо переместить как минимум на величину диаметра канала (на что требуется затратить определенное время);
- 2) гарантированный зазор между золотником и расточкой корпуса является "узким" местом, если учитывать возможность засорения зазора и заклинивания ЗРЭ.

Пневматические распределители (пневмораспределители) относятся к направляющей аппаратуре и предназначены для управления потоками подводимого к ним сжатого воздуха. Управление осуществляется путем изменения (при переключении) схемы соединения внутренних каналов распределителя с входным и выходными присоединительными отверстиями.

Функциональные возможности распределителей характеризуется рядом параметров: количество рабочих каналов, количество позиций переключения, нормальная позиция (позиция "на складе"), способ управления и пропускная способность. Все эти параметры, за исключением последнего, отражаются в условном графическом обозначении любого распределителя.

Каждая позиция распределителя (возможная схема внутренних соединений) обозначается квадратом, в котором показаны пути потока сжатого воздуха (рисунок 10.2):

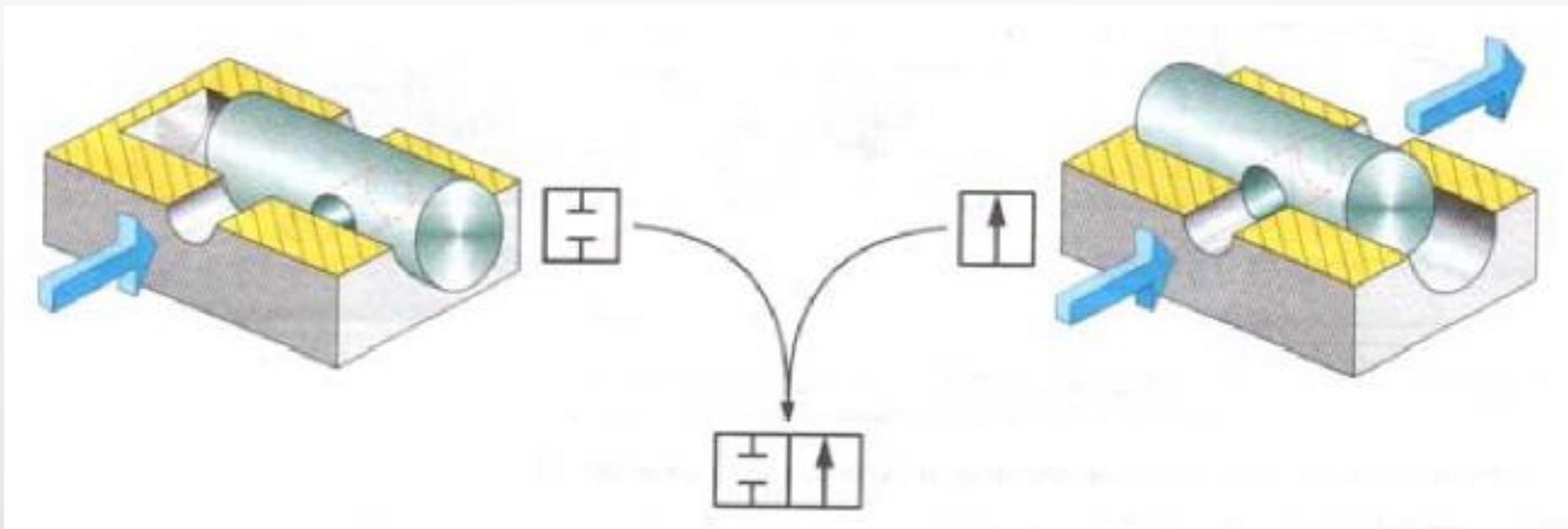


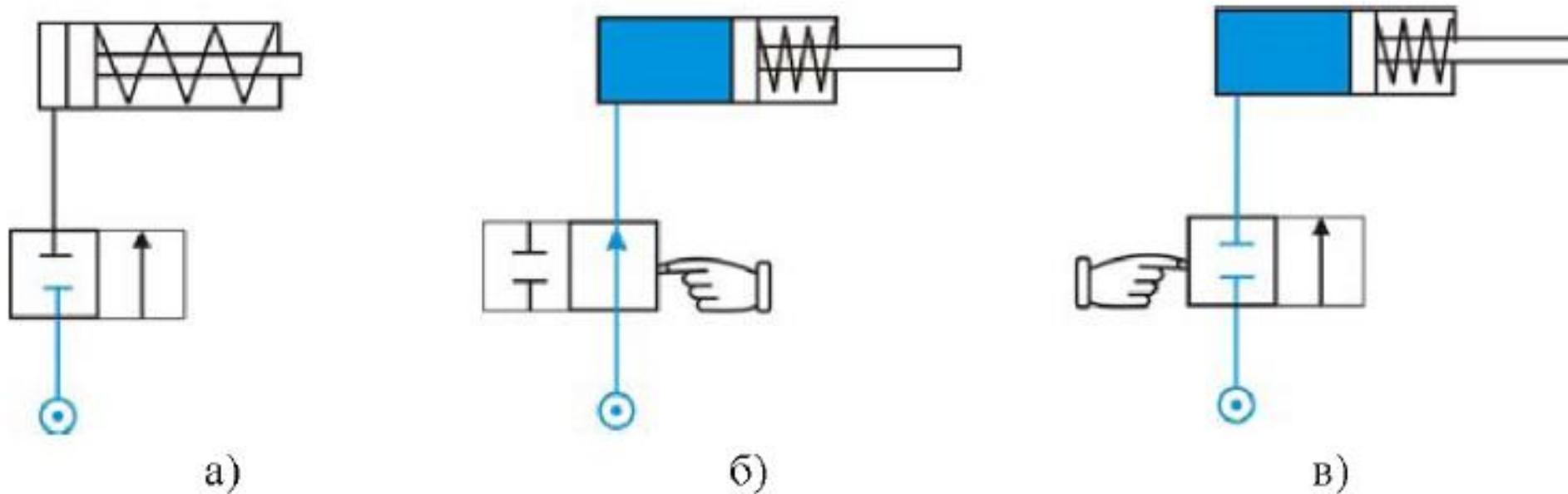
Рисунок 10.2 - Принцип формирования условного графического обозначения распределителей

В представленной модели простейшего распределителя подвижный запорный элемент может занимать две дискретные позиции, соответствующие двум состояниям пневмораспределителя: 1) "проход воздуха закрыт"; 2) "проход воздуха открыт". При этом запорный элемент может коммутировать между собой две линии:

1) линию питания (вход); 2) линию потребителя (выход). Соответственно данный распределитель можно назвать двухлинейным и двухпозиционным, что наглядно отражается в его условном графическом обозначении.

Чтобы кратко охарактеризовать возможности распределителей по коммуникации подведенных к ним рабочих каналов, применяют дробное цифровое обозначение, где в числителе указывают количество коммутируемых линий, а в знаменателе - количество возможных позиций. В соответствии с этим принципом рассмотренный выше аппарат будет называться  $2/2$  - пневмораспределителем.

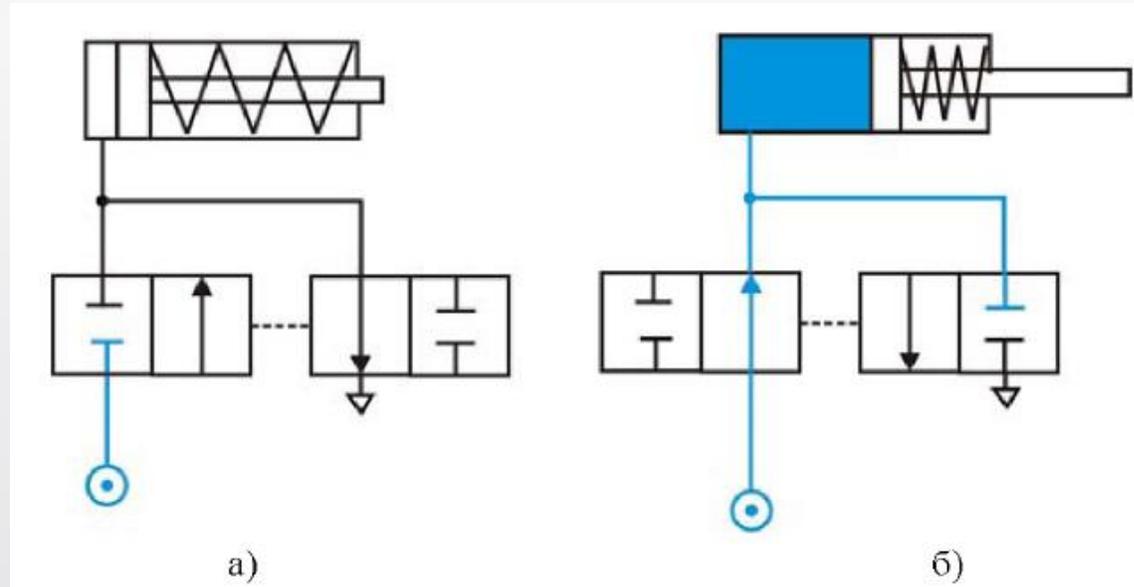
На принципиальных пневматических системах распределители изображают таким образом, чтобы линии связи (внешние пневматические линии) были подведены к тому квадрату, который обозначает исходную позицию распределителя (рисунок 10.3). Чтобы получить представление о работе последнего, следует мысленно передвинуть относительно линии связи соответствующий квадрат в условном графическом обозначении на то место, которое на схеме занимает квадрат, изображающий исходную позицию распределителя.



а - цилиндр без сжатого воздуха в рабочей полости; б - соединение рабочей полости с линией нагнетания; в - перекрытие линии нагнетания  
 Рисунок 10.3 - 2/2 пневмораспределитель на линии управления пневмоцилиндром одностороннего действия.

Заключительный этап-возврат штока в исходное положение - оказывается невыполнимым, поскольку при переключении пневмораспределителя в исходную позицию отработавший сжатый воздух не имеет возможности выхода из пневмоцилиндра (рис. 10.3 в).

Возникшую проблему можно решить путем использования двух параллельно работающих (условно связанных между собой) 2/2 пневмораспределителей (рисунок 10.4).



а - соединение с линией выхлопа; б - соединение с линией нагнетания  
 Рисунок 10.4 – Управление пневмоцилиндром одностороннего действия  
 двумя 2/2 - пневмораспределителями

Через один из них осуществляется подача сжатого воздуха в пневмоцилиндр, а другой предназначен для отвода отработавшего воздуха. В связи с тем, что в пневматических приводах, в отличие от гидравлических, не требуется наличие возвратной сливной магистрали, отработавший воздух можно сбрасывать непосредственно в атмосферу.

На практике для управления пневмоцилиндрами одностороннего действия применяют не два 2/2 - пневмораспределителя, а один, более сложный по конструктивному исполнению, который имеет возможность коммутировать линии питания, потребления и выхлопа - 3/2 - пневмораспределитель (рисунок 10.5).

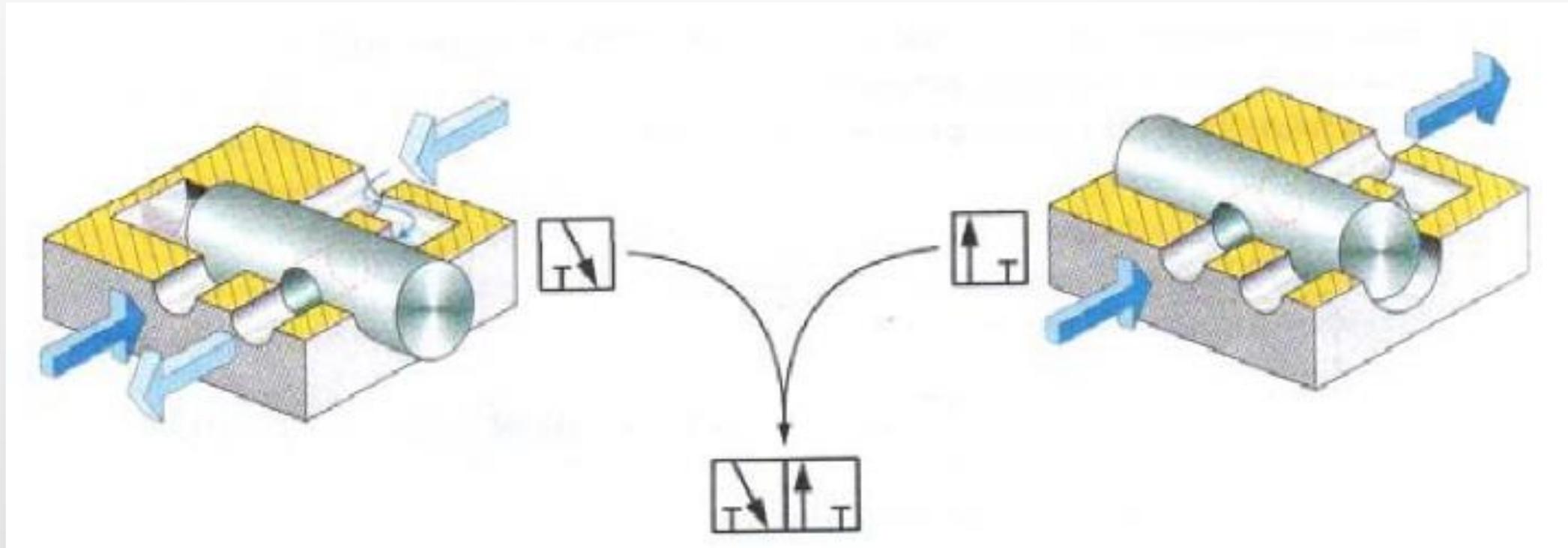
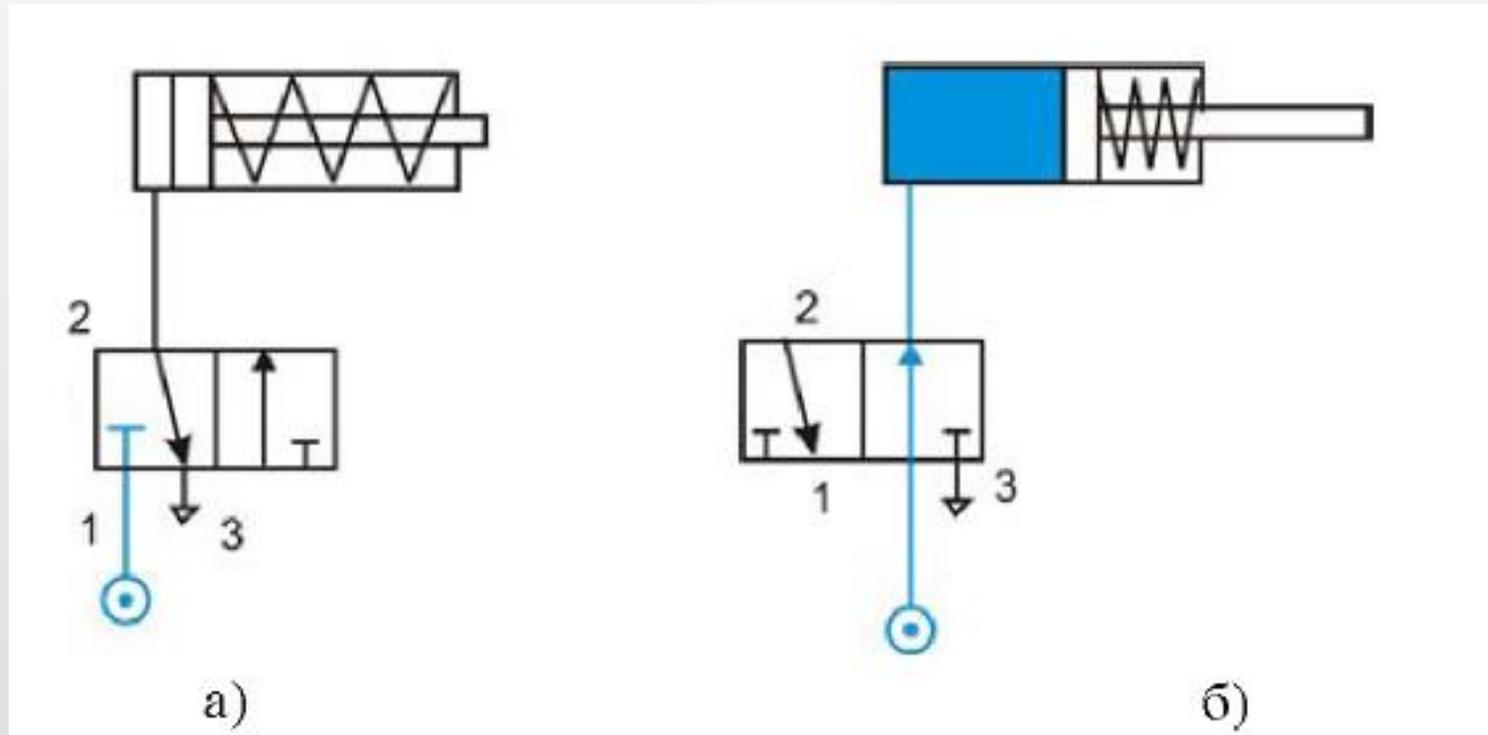


Рисунок 10.5 - Модель и условное графическое обозначение 3/2 – пневмораспределителя

Таким образом, 3/2 - пневмораспределитель коммутирует между собой три рабочих линии (рисунок 10.6): 1 - линию питания, 2 - линию потребителя и 3 - линию выхлопа. При этом сам распределитель может занимать две позиции: питание перекрыто, потребитель связан с выхлопом; сжатый воздух поступает к потребителю; выхлоп перекрыт.

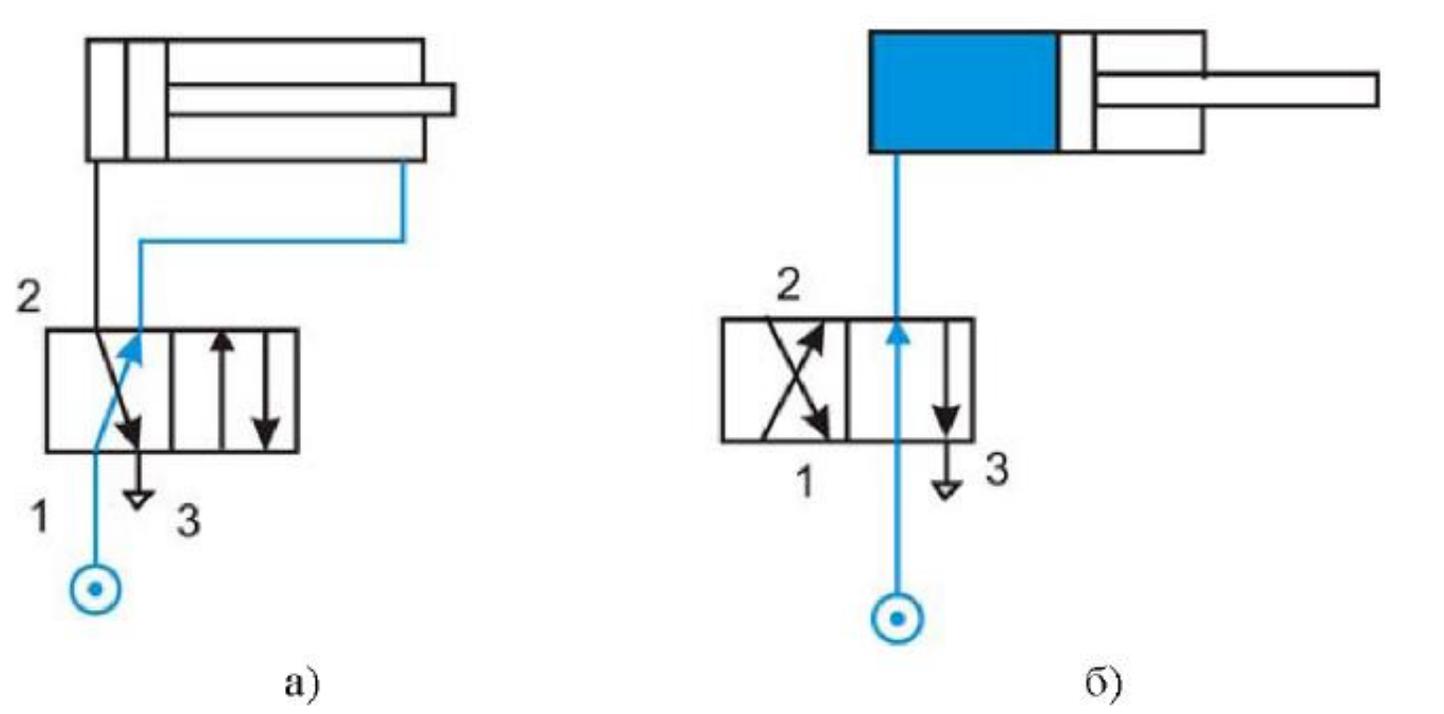


а - соединение с линией выхлопа; б - соединение с линией нагнетания;

1 - линия питания; 2 - линия потребителя; 3 - линия выхлопа

Рисунок 10.6 Управление пневмоцилиндром одностороннего действия 3/2  
- пневмораспределителем

Для управления пневмоцилиндрами двухстороннего действия потребуется еще более сложные распределители, так как в этом случае последние должны обеспечивать перераспределение потока сжатого воздуха между двумя рабочими полостями исполнительного механизма и сброс из них отработавшего воздуха (рисунок 10.7).



а - соединение рабочей полости с линией выхлопа, штоковой полости с линией нагнетания; б - соединение штоковой полости с линией выхлопа, рабочей полости с линией нагнетания.

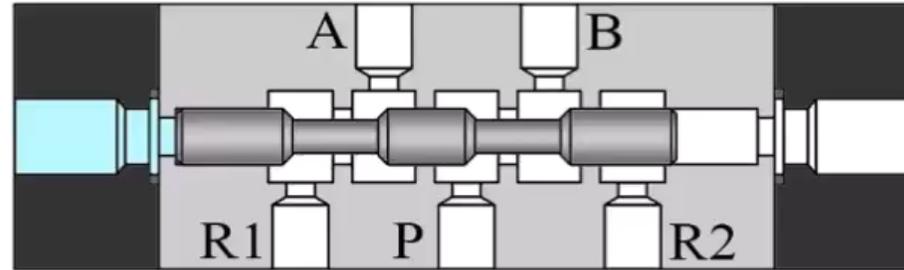
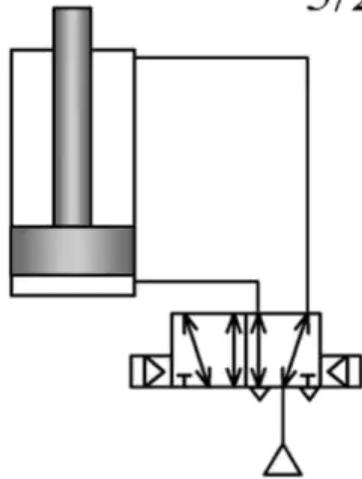
Рисунок 10.7 - Управление пневмоцилиндром двустороннего действия 4/2 – пневмораспределителем

# Принцип работы

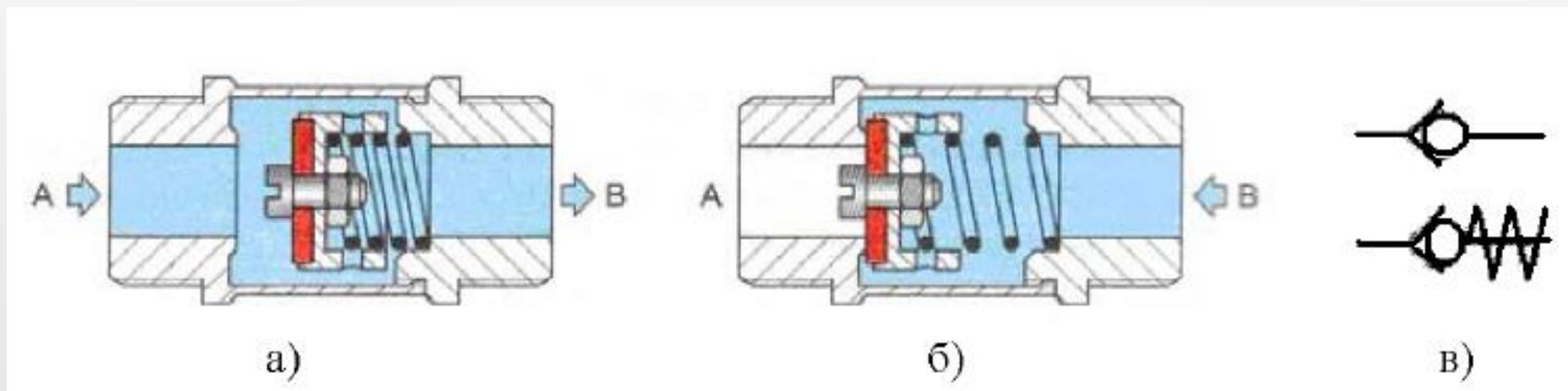
## пневматического распределителя

Пятилинейный  
распределитель

5/2

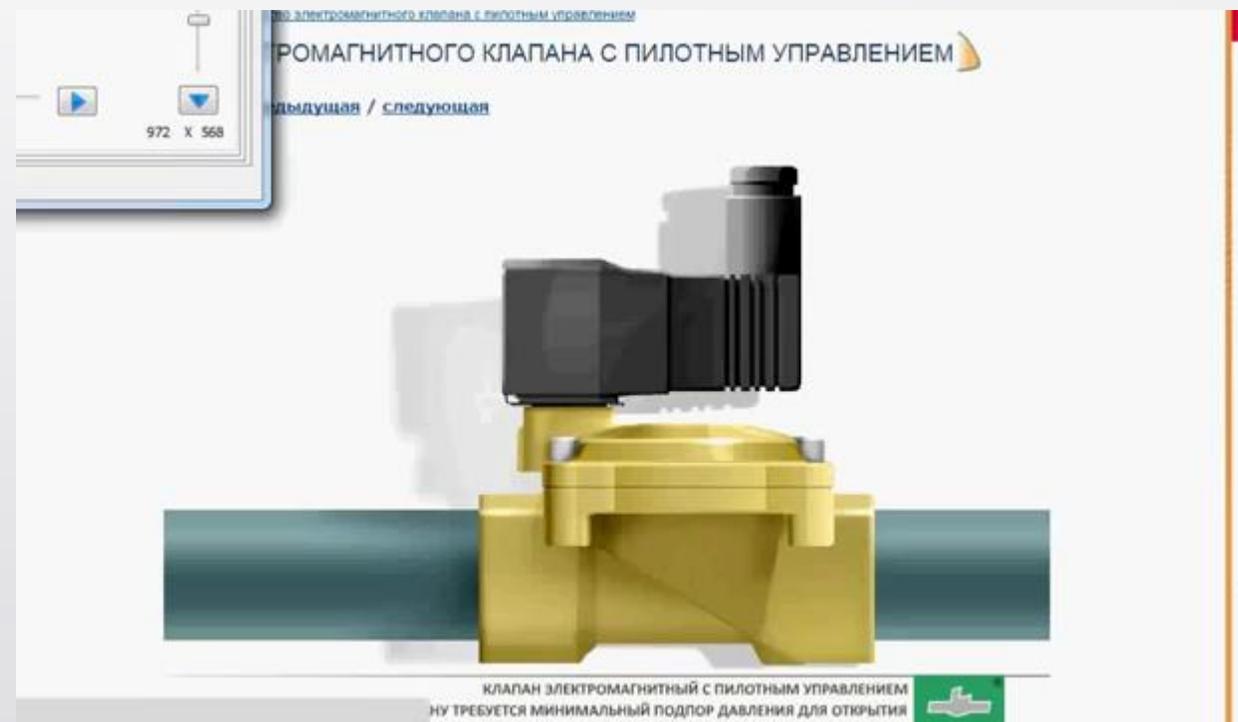
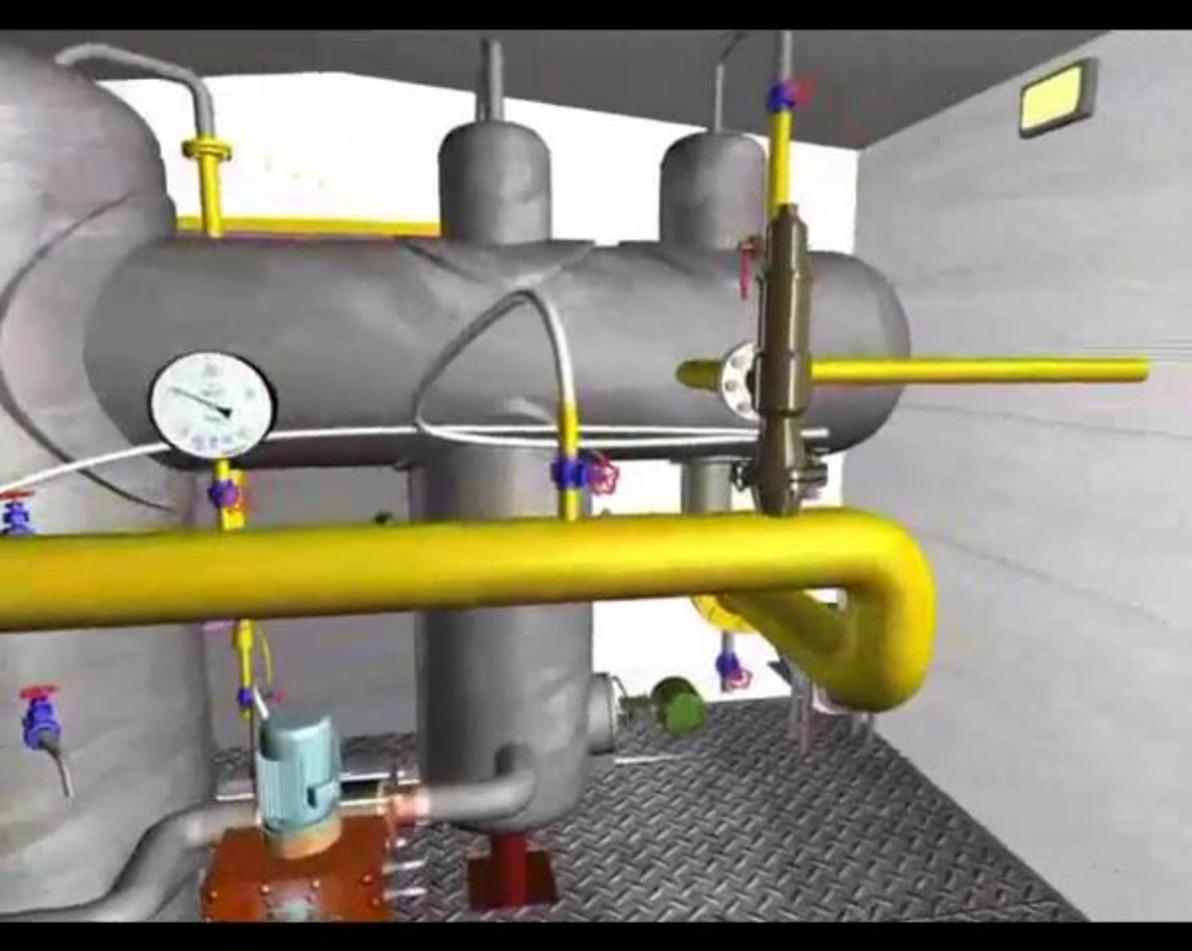


К запорным элементам в пневмоавтоматике относятся устройства, обеспечивающие полное перекрытие потока сжатого воздуха: обратные клапаны, пневмозамки, вентили. Обратные клапаны устанавливают в тех линиях пневматической системы, где требуется обеспечить свободное протекание потока сжатого воздуха в одном направлении и полное его перекрытие - в обратном (рисунок 10.8).



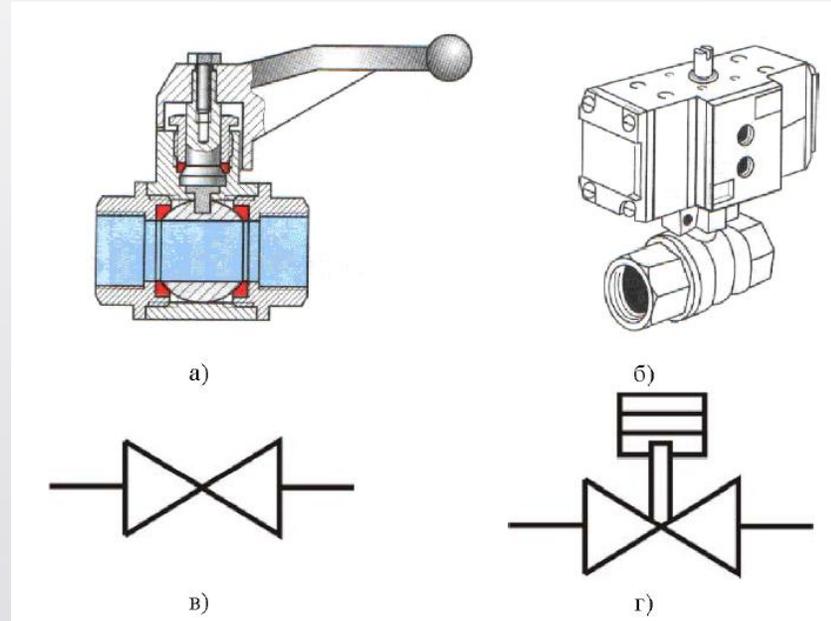
А - входной канал В - выходной канал а - движение в прямом направлении; б - движение в обратном направлении; в - обозначение на пневмосхемах

Рисунок 10.8 - Обратный клапан



Символ пружины включают в условное графическое обозначение обратных клапанов в том случае, когда необходимо подчеркнуть следующее: клапан открывается при условии, что давление на входе превышает давление на выходе и давление пружины.

Для запираания магистральных трубопроводов или отсечения отдельных ветвей пневмосистемы применяют различные вентили. В шаровых вентилях (рисунок 10.9) поток сжатого воздуха полностью перекрывается при повороте запорно-регулирующего элемента (шара с выполненным в нем сквозным отверстием) на 90°.



а - конструктивная схема шарового замка с ручным управлением; б - внешний вид шарового замка с пневматическим управлением; в - обозначение на пневмосхемах шарового замка с ручным управлением; г - обозначение на пневмосхемах шарового замка с пневматическим управлением

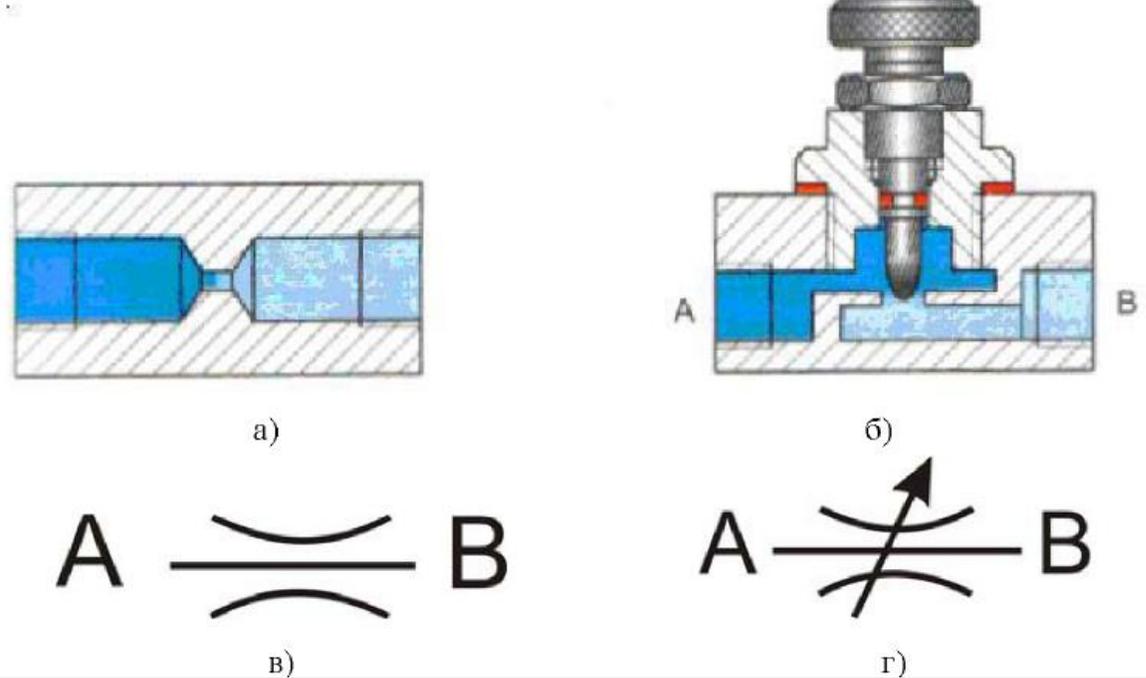
Рисунок 10.9 - Шаровый замок



Расход сжатого воздуха в пневмоприводах обычно регулируют с целью управления скоростями движения выходных звеньев исполнительных механизмов. К примеру, чем больше расход воздуха, поступающего в пневмоцилиндр, тем выше скорость перемещения штока.

Простейшим пневматическим элементом, позволяющим регулировать расход воздуха, является дроссель. Дроссель - это устройство, обеспечивающее существенное уменьшение площади проходного сечения канала, по которому движется сжатый воздух.

По существу, дроссель представляет собой щель некоторой длины, имеющую определенные размеры проходного сечения. При этом площадь последнего в зависимости от конструктивного исполнения дросселя либо остается постоянной, либо изменяется путем вращения регулировочного винта. Собственно, дроссель будет называться либо постоянным (рисунок 10.10а), либо регулируемым (рисунок 10.10б).



: а - постоянный; б - регулируемый; в - обозначение на пневмосхемах постоянного пневмодросселя; г - обозначение на пневмосхемах регулируемого пневмодросселя;  
 А, В - каналы

Рисунок 10.10 – Пневмодроссели.

Если длина дросселя превышает ее диаметр, дроссель принято называть ламинарным, в противоположном случае - турбулентным.

Назначение предохранительных клапанов заключается в предотвращении повышения давления в контролируемых точках сверх заданного уровня путем автоматического сброса части сжатого воздуха в атмосферу.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Шахматов Е. В. Пневмопривод и средства автоматизации: учеб. пособие / Н.Д. Быстров, А.А. Поголкин, В.Н. Плюхнин, С.А. Петренко, Е.В.Шахматов - Самара: Изд-во Самар, гос. аэрокосм, ун-та, 2006. - 112 с. : ил.
2. Беляев Н.М., Уваров Е.И., Степанчук Ю.М. Пневмогидравлические системы. Расчет и проектирование: Учеб. пособие для технических вузов. - М.: Высшая школа, 1988. - 271с.