

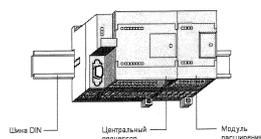
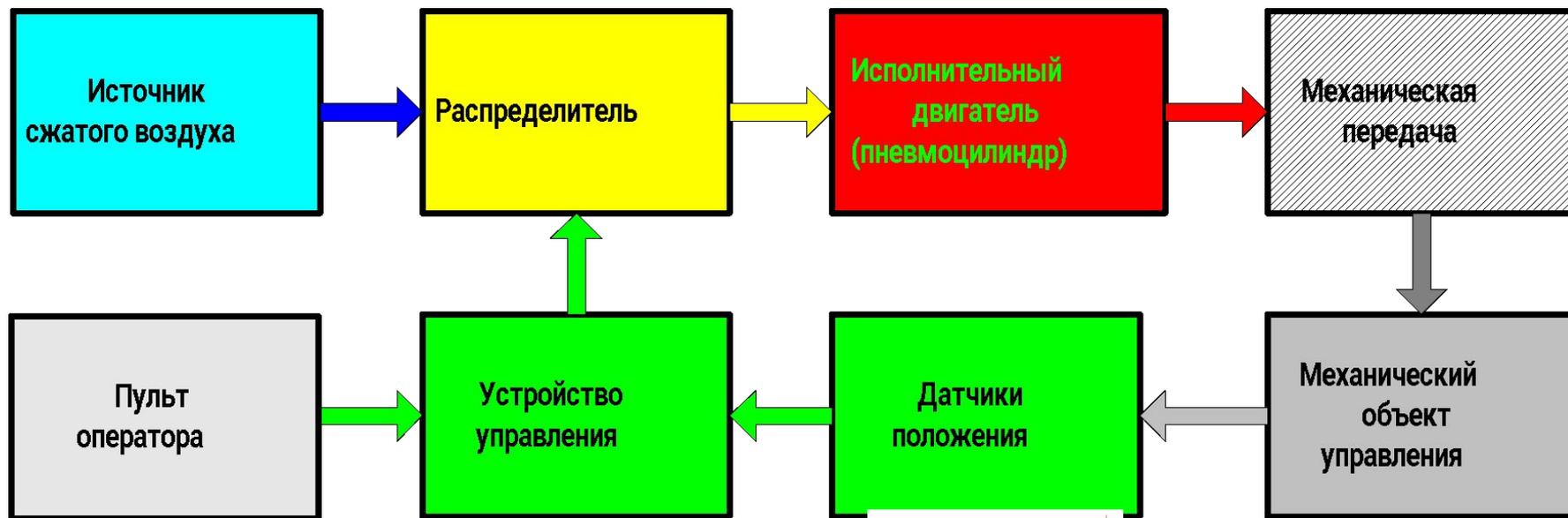
Лекция

ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ И СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

МОСКВА

ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ПРИВОД (ПНЕВМОПРИВОД) - совокупность технических средств, осуществляющих управляемое преобразование энергии сжатого газа в энергию механического движения объекта управления в соответствии с требованиями автоматизируемого технологического процесса

СХЕМА ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ПРИВОДА



СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПРИВОДОВ

Критерий	Пневмоприводы	Электроприводы	Гидроприводы
Относительные затраты на энергообеспечение	Очень высокие 7... 10	Низкие 1	Высокие 3... 5
Передача энергии	На расстояния до 1000м, со скоростью до 40м/с	На расстояния до 30... 100 м (при больших токах)	На расстояния до 100м, со скоростью до 6м/с
Скорость передачи сигналов	До 40 м/с	≈ 300 000 км/с	До 100 м/с
Накопление энергии	Легко осуществимо	Затруднено	Ограничено
Линейное перемещение	Легко осуществимо	Затруднительно, дорого	Легко осуществимо
Вращательное движение	Легко осуществимо, большая частота вращения	Легко осуществимо, большие мощность и частота вращения	Легко осуществимо, небольшая частота вращения
Максимальная скорость исполнительного механизма	1,5... 10 м/с	Зависит от конкретных условий	До 0,5 м/с

СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПРИВОДОВ

Критерий	Пневмоприводы	Электроприводы	Гидроприводы
Усилия	До 30 кН	Большие усилия	Усилия до 3000 кН
Длительные перегрузки	допустимы	по току не допускаются	допустимы
Погрешность позиционирования	До 0,1 мм при использовании цикловых приводов	±1 мкм и выше при использовании следящих приводов	До 1 мкм при использовании следящих приводов
Жесткость	Низкая	Высокая	Высокая
Утечки	Безвредны	Опасность поражения электрическим током	Создают загрязнения
Влияние окружающей среды	Практически нечувствительны к колебаниям температуры, пожаро- и взрывобезопасны	Нечувствительны к изменениям температуры, требуют специальной защиты механических передач от пыли, взрывоопасны	Чувствительны к изменениям температуры, пожароопасны при наличии утечек

ПРЕИМУЩЕСТВА ПНЕВМОПРИВОДОВ

- **Простота компоновки элементов, высокая надёжность и «живучесть» пневмопривода, относительно небольшие стоимость компонентов и затраты на обслуживание**
- **Высокая скорость выходного звена и быстрая реакция на изменение управляющего воздействия, малое время переключения**
- **Доступность воздуха, используемого в качестве рабочего тела, экологическая чистота, возможность использования сжатого воздуха и для механического движения, и для передачи команд управления**
- **Возможность работы в агрессивной, пожароопасной и взрывоопасной средах**
- **Отсутствие промежуточных передаточных звеньев между выходным звеном привода и объектом управления (рабочим органом)**
- **Простота транспортировки и аккумулирования энергии сжатого газа**
- **Надёжная и длительная работа «на упор», нечувствительность к перегрузкам**
- **Малая чувствительность к изменениям температуры, ударным нагрузкам и вибрациям, отсутствие вредного воздействия на окружающую среду**

ОСОБЕННОСТИ ПНЕВМОПРИВОДОВ

- **Необходимость герметизации всех элементов пневмосистем для предотвращения больших расходов, связанных с высокими затратами на производство качественного сжатого воздуха, безопасного для пневмоаппаратуры**
- **Ограниченность количества точек позиционирования циклового пневмопривода. Применение при необходимости позиционных пневмоприводов**
- **Нестабильность скорости движения выходного звена привода при изменении нагрузки вследствие сжимаемости рабочего тела**
- **Применение цилиндров со встроенными средствами торможения для демпфирования движения в конце рабочего хода**
- **Ограничение развиваемого пневмоприводом усилия (примерно до 75000 Н)**
- **Применение глушителей для снижения уровня шума при сбросе воздуха из пневмопривода и защиты пневмораспределителей от пыли**

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ

$$1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$$

$$1 \text{ бар} = 0,1 \text{ МПа} = 10^5 \text{ Па}$$

$$1 \text{ ат} = 0,98067 \text{ бар}$$
$$1 \text{ бар} = 1,01972 \text{ ат}$$

$$1 \text{ бар} = 14,5 \text{ psi}$$
$$1 \text{ psi} = 0,06895 \text{ бар}$$

1 ат – одна техническая атмосфера – давление, которое создаёт сила, равная 1 кг, на площади поверхности в 1 см²

1 psi - давление, которое создаёт сила, равная 1 фунту, на площади поверхности, равной 1 квадратному дюйму.

$$1 \text{ ат} = 10000 \text{ мм водного столба} = 736 \text{ мм ртутного столба}$$

1 атм – номинальное значение атмосферного давления на поверхности Земли на уровне моря.

$$1 \text{ атм.} = 760 \text{ мм рт. ст.} = 1,01325 \text{ бар (нормальное давление)}$$

НЕОБХОДИМОСТЬ ПОДГОТОВКИ КОНДИЦИОНИРОВАННОГО СЖАТОГО ВОЗДУХА

1 м³ всасываемого компрессором воздуха при 25⁰С может содержать до 180 миллионов частиц пыли, 23 г воды в форме пара, от 0,01 до 0,03 мг/м³ компрессорного масла.

При сжатии воздуха концентрация загрязняющих примесей многократно возрастает



Это снижает долговечность пневматических устройств в 3...20 раз.

Выход из строя пневматических систем в результате применения некачественного сжатого воздуха составляет до 80% от общего числа отказов.

ТРИ ГЛАВНЫХ ВРАГА СИСТЕМ ПНЕВМОАВТОМАТИКИ

Твёрдые частицы, содержащиеся в сжатом воздухе

Масло, попавшее в сжатый воздух из компрессора

Влага, присутствующая в сжатом воздухе

Твердые частицы засоряют пневматические устройства и вызывают повреждение сопряжённых поверхностей.

Масло, попавшее в магистраль пневмопитания из компрессора, содержит смолистые вещества, которые образуются в результате действия высокой температуры при сжатии воздуха. Они забивают зазоры и тонкие отверстия пневматических элементов.

Сконденсировавшаяся влага вымывает консистентную смазку, что увеличивает трение и износ пневматических элементов, вызывает появление абразивных частиц в результате коррозии незащищённых элементов трубопроводов.

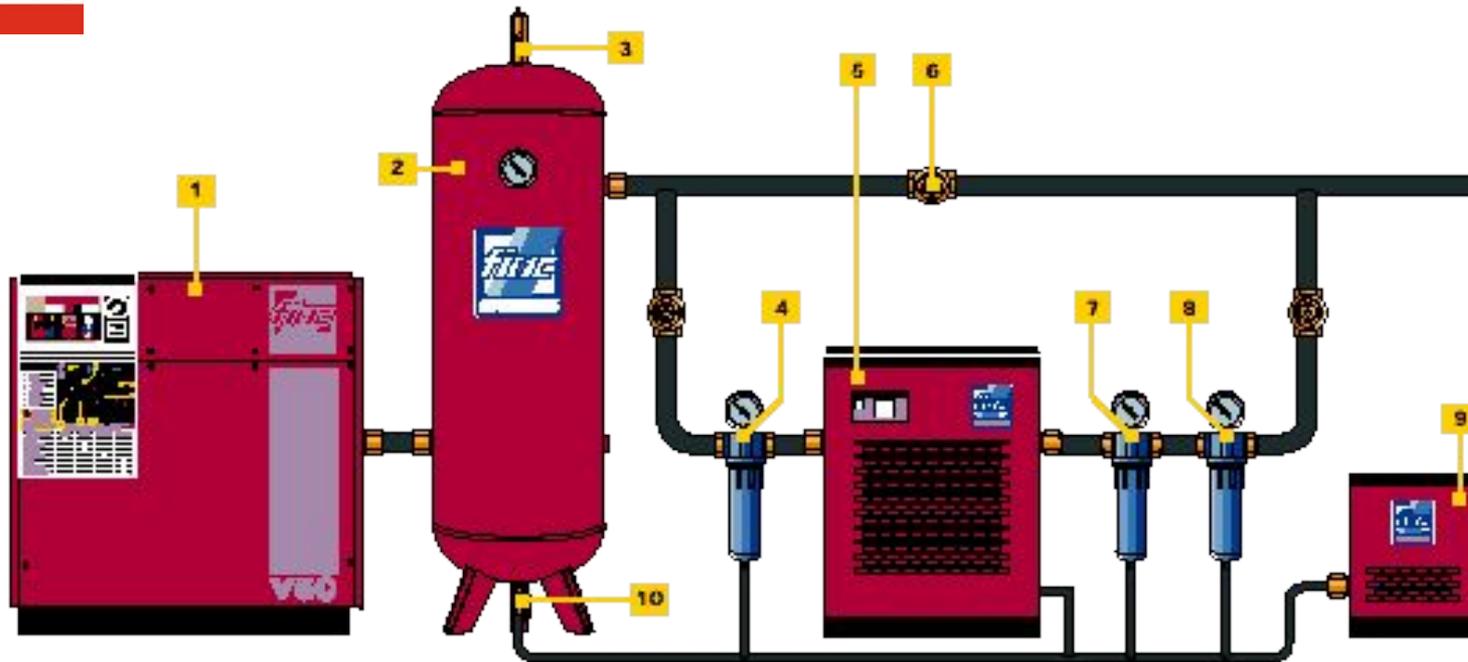
ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ ПОДГОТОВКИ КАЧЕСТВЕННОГО СЖАТОГО ВОЗДУХА

СЖАТИЕ ВОЗДУХА В КОМПРЕССОРЕ

ФИЛЬТРАЦИЯ
(УДАЛЕНИЕ ТВЁРДЫХ ЧАСТИЦ,
КАПЕЛЬНОЙ ВЛАГИ И ОСТАТКОВ
КОМПРЕССОРНОГО МАСЛА)

ОСУШКА
(УДАЛЕНИЕ ПАРОВ ВОДЫ,
СОДЕРЖАЩИХСЯ В СЖАТОМ
ВОЗДУХЕ)

СОСТАВ КОМПЛЕКСА ПОДГОТОВКИ СЖАТОГО ВОЗДУХА



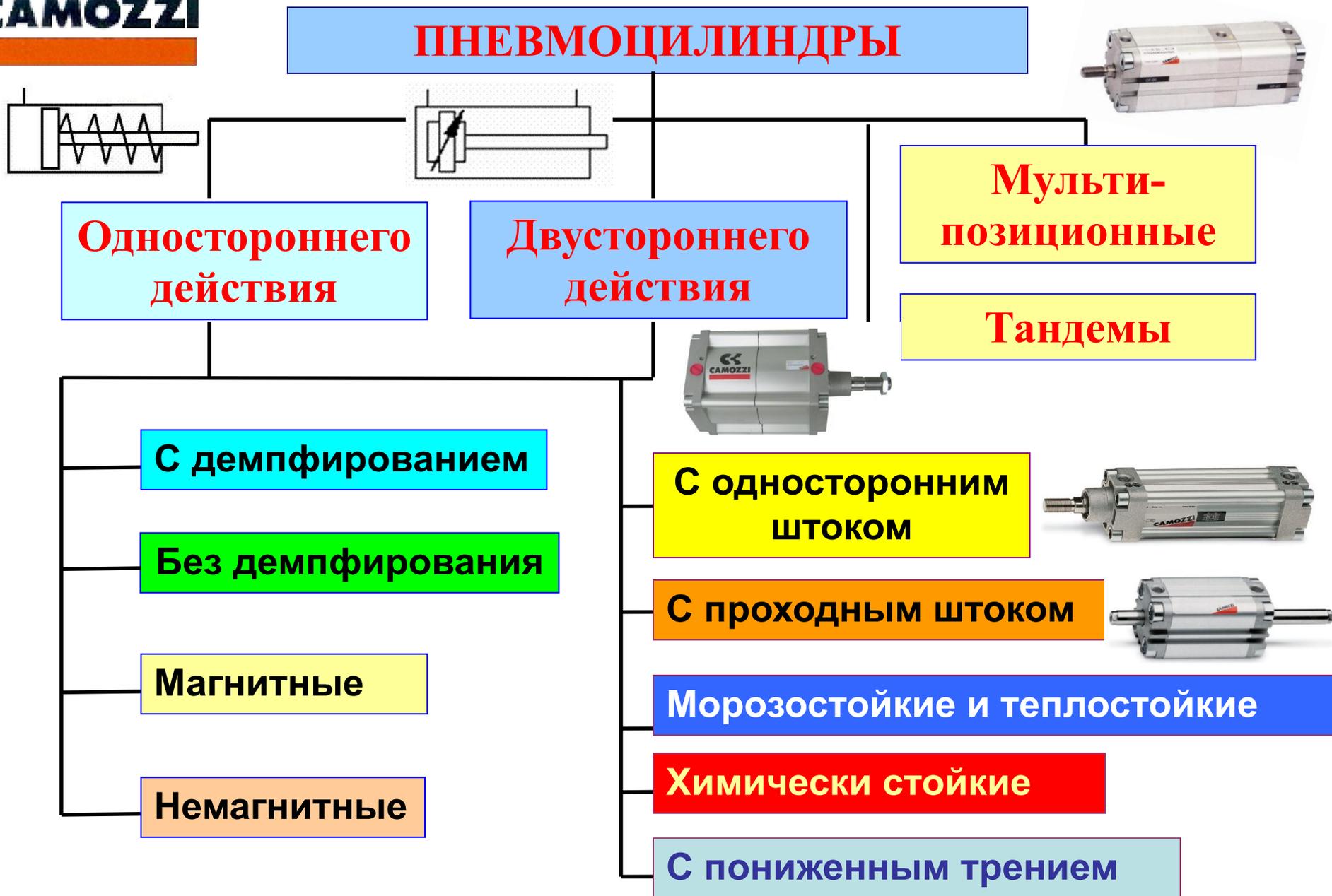
- 1 – компрессор с охладителем и циклонным сепаратором на выходе
2 – ресивер 3 – предохранительный клапан 4, 7, 8 – фильтры
5 – осушитель воздуха 6 – резервный вентиль
9 – масляный сепаратор 10 – вентиль для слива конденсата

Между компрессором и ресивером устанавливают оконечный охладитель и циклонный сепаратор для отделения капельной влаги и масла.

Это позволяет удалять до 90% влаги, содержащейся в сжатом воздухе.

Забор воздуха компрессором должен производиться в самом холодном месте вдали от источников пыли, дымовых труб и источников выхлопов.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПНЕВМОЦИЛИНДРОВ

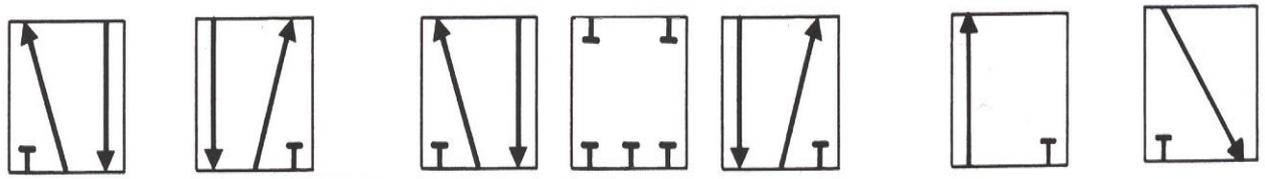
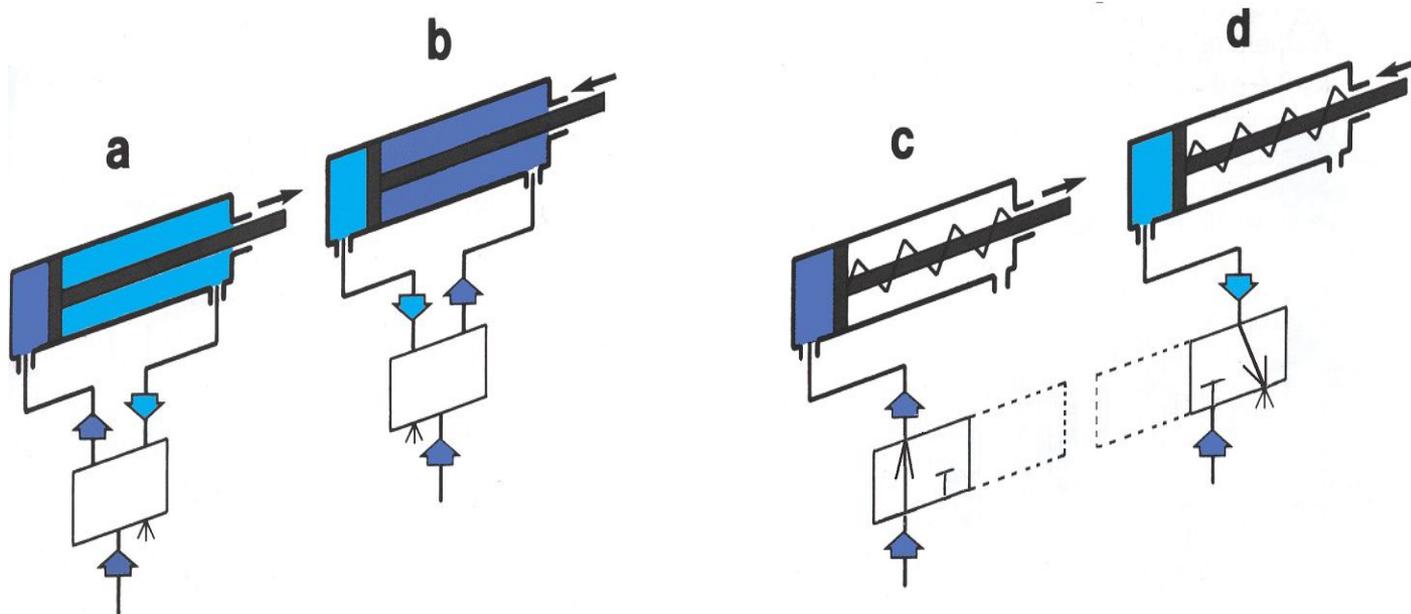




ОСНОВНЫЕ РАЗНОВИДНОСТИ ПНЕВМОЦИЛИНДРОВ КАМОЦЦИ



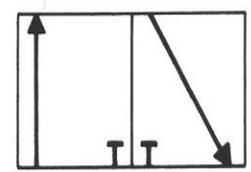
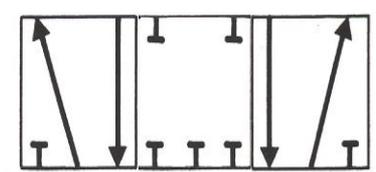
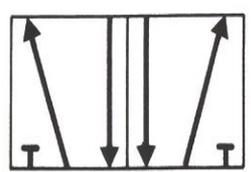
ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПНЕВМОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ



5/2

5/3

3/2



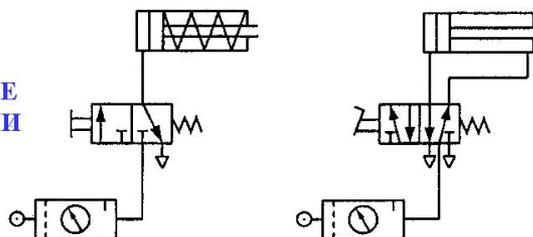
ОБОЗНАЧЕНИЯ ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ОТВЕРСТИЙ ПНЕВМОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ

Наименование от
Подвод воздуха
Рабочий выход
Выхлоп
Линии управления
Подвод внешнего пилотного воздуха



ВИДЫ УПРАВЛЕНИЯ ПНЕВМОЦИЛИНДРАМИ : ПРЯМОЕ И НЕПРЯМОЕ УПРАВЛЕНИЕ

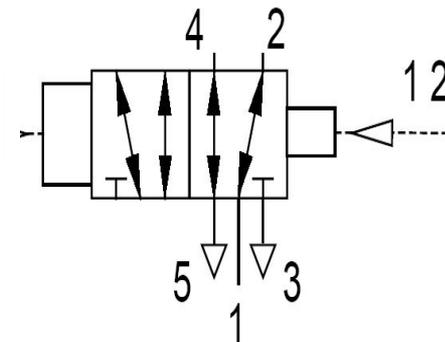
ПРЯМОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПНЕВМОЦИЛИНДРАМИ



ПРЯМОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПНЕВМОЦИЛИНДРОМ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ С ПОМОЩЬЮ ОДНОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ, ПРИВОДИМОГО В ДЕЙСТВИЕ МУСКУЛЬНОЙ СИЛОЙ ЧЕЛОВЕКА

Ориентировочные границы прямого управления:

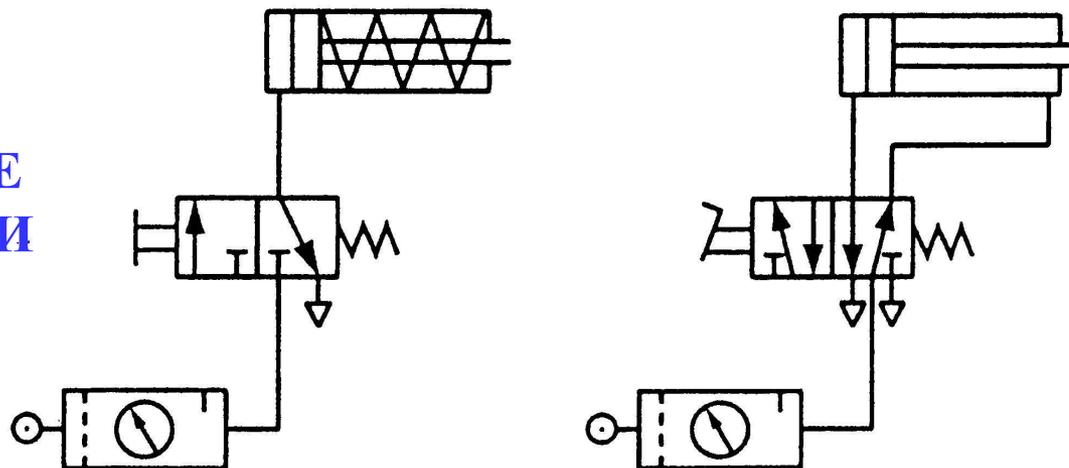
Диаметр поршня не более 40 мм, распределитель с присоединительным размером канала не более 1/4 ”



Пример изображения отверстий распределителя на принципиальной пневматической схеме

ВИДЫ УПРАВЛЕНИЯ ПНЕВМОЦИЛИНДРАМИ : ПРЯМОЕ И НЕПРЯМОЕ УПРАВЛЕНИЕ

ПРЯМОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПНЕВМОЦИЛИНДРАМИ

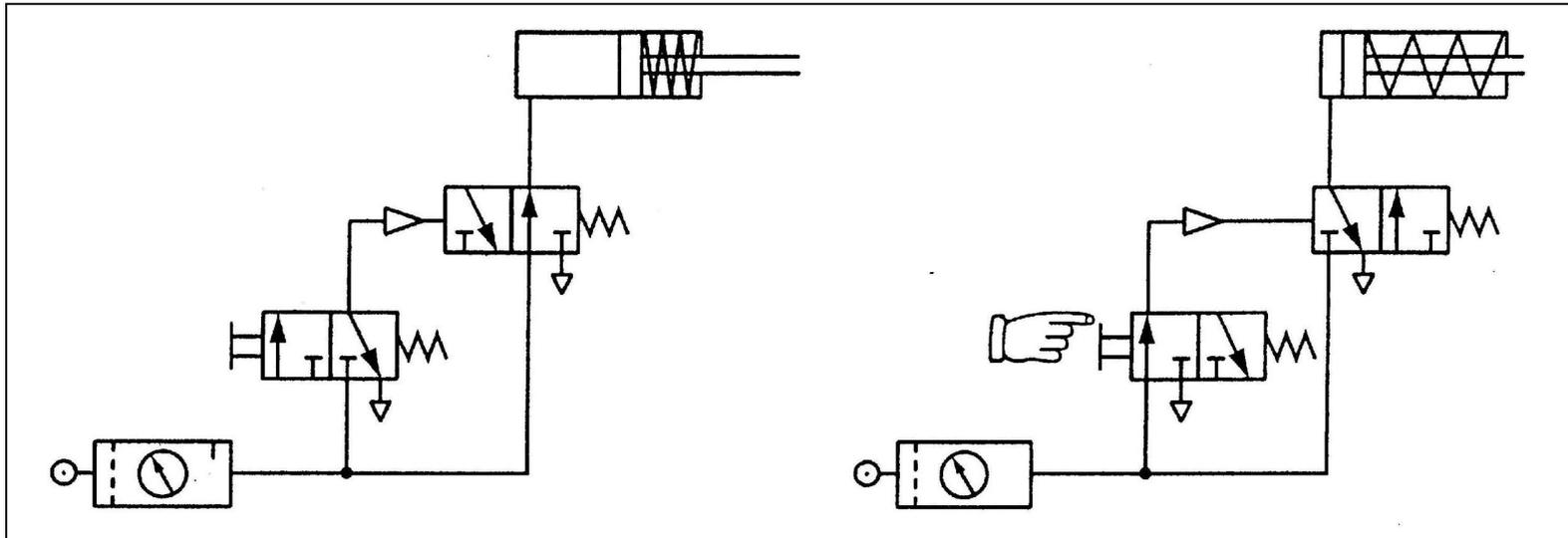
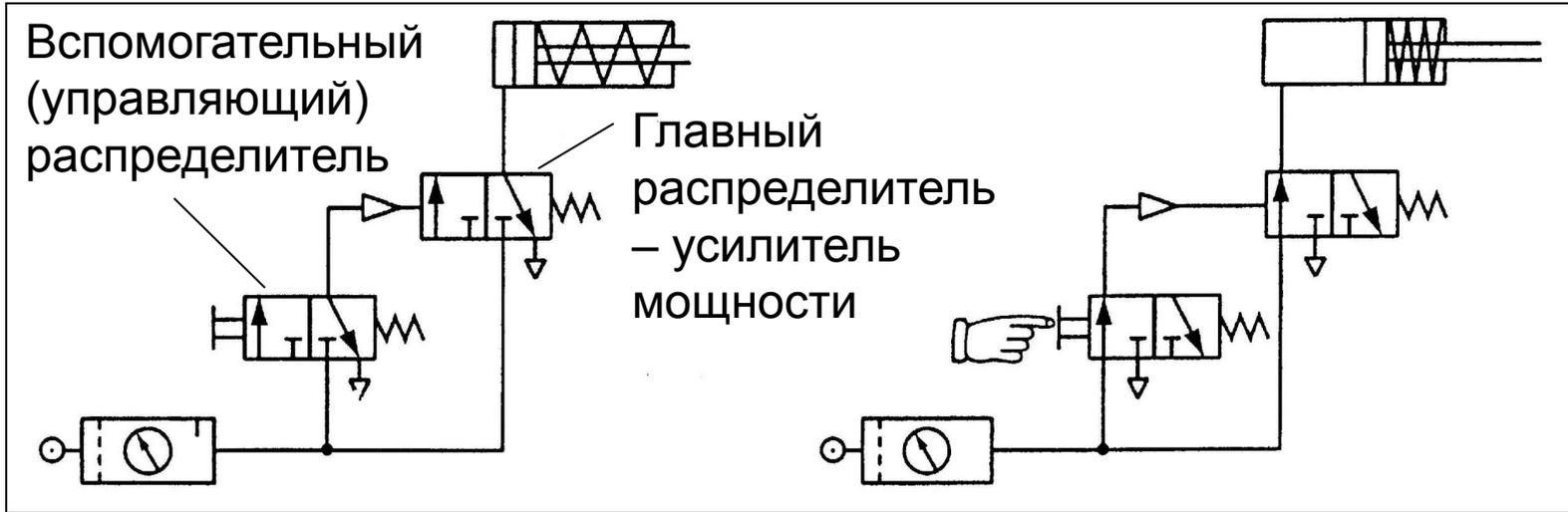


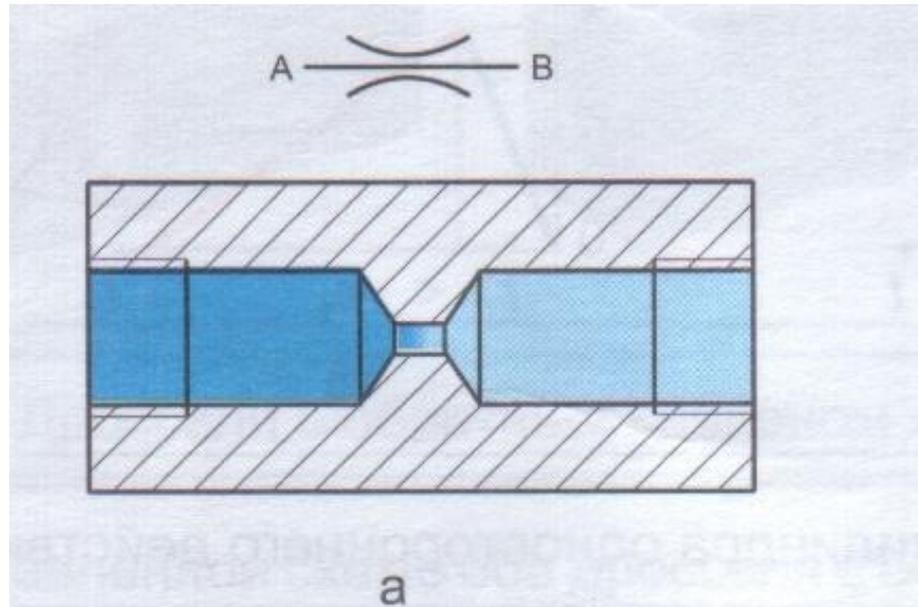
ПРЯМОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПНЕВМОЦИЛИНДРОМ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ С ПОМОЩЬЮ ОДНОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ, ПРИВОДИМОГО В ДЕЙСТВИЕ МУСКУЛЬНОЙ СИЛОЙ ЧЕЛОВЕКА

Ориентировочные границы прямого управления:

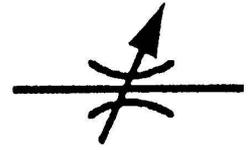
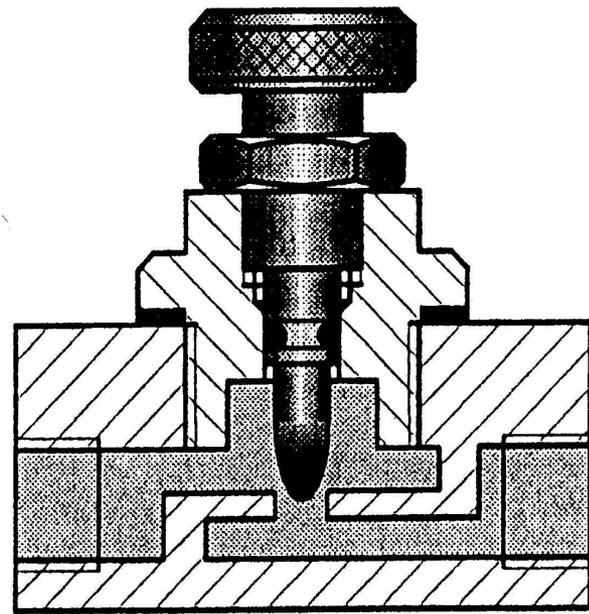
Диаметр поршня не более 40 мм, распределитель с присоединительным размером канала не более 1/4 ”

НЕПРЯМОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПНЕВМОЦИЛИНДРАМИ ОДНОСТОРОННЕГО ДЕЙСТВИЯ (С УСИЛЕНИЕМ ПО МОЩНОСТИ)





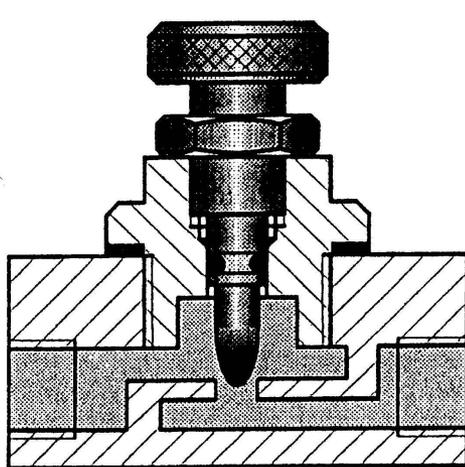
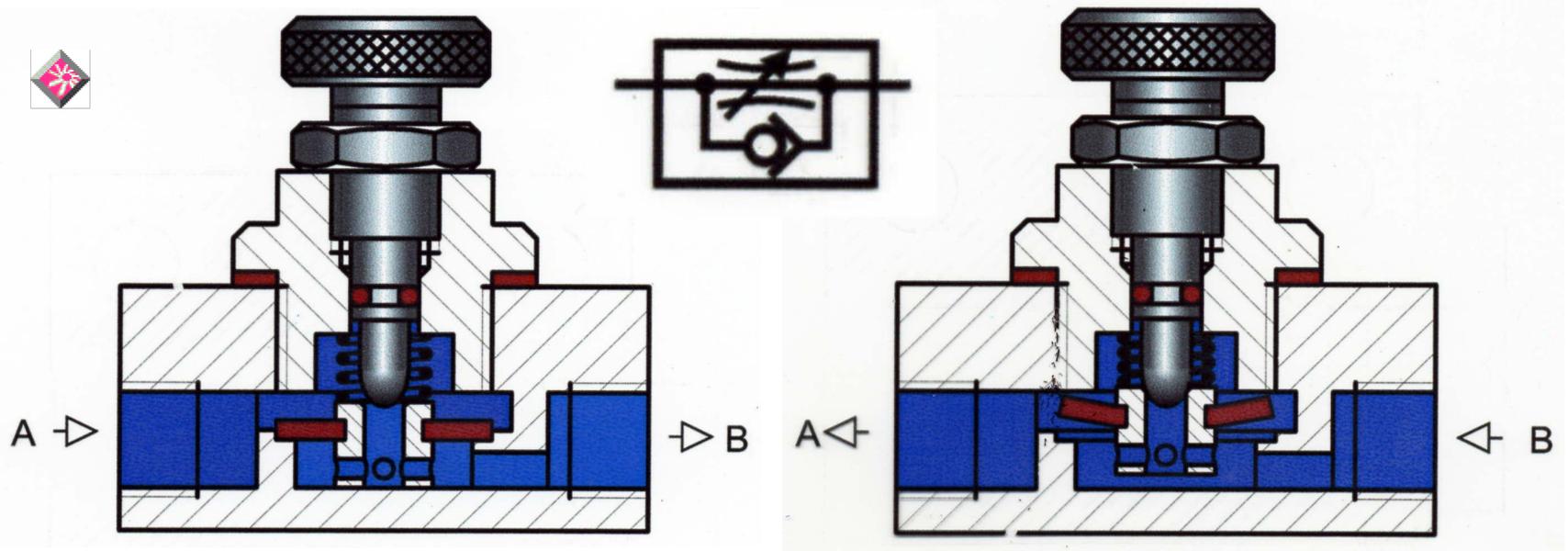
Пневмодроссели: а — постоянный;



**Регулируемый
пневмодроссель**

РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ

ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ДРОССЕЛЬ С ОБРАТНЫМ КЛАПАНОМ



Регулируемый
пневмодроссель



РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОРШНЯ ПНЕВМОЦИЛИНДРА ОДНОСТОРОННЕГО ДЕЙСТВИЯ

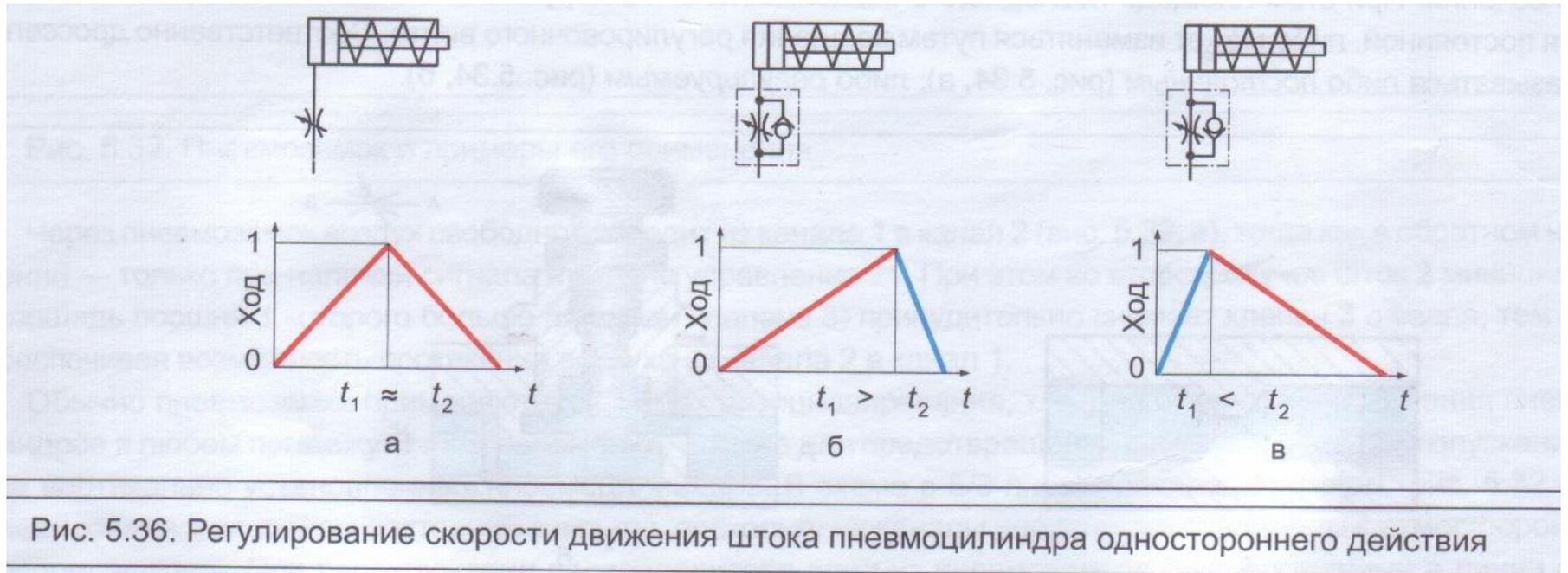
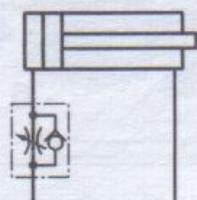
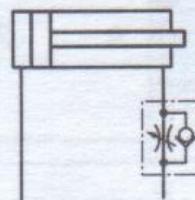


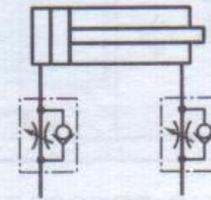
Рис. 5.36. Регулирование скорости движения штока пневмоцилиндра одностороннего действия



а



б



в

Рис. 5.37. Регулирование скорости движения штока пневмоцилиндра двустороннего действия

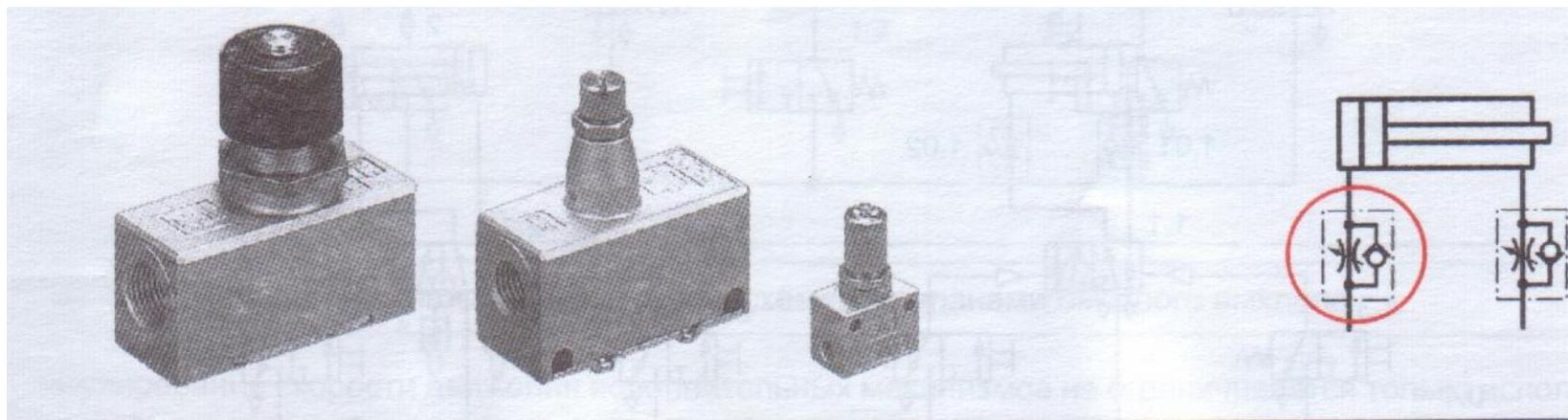
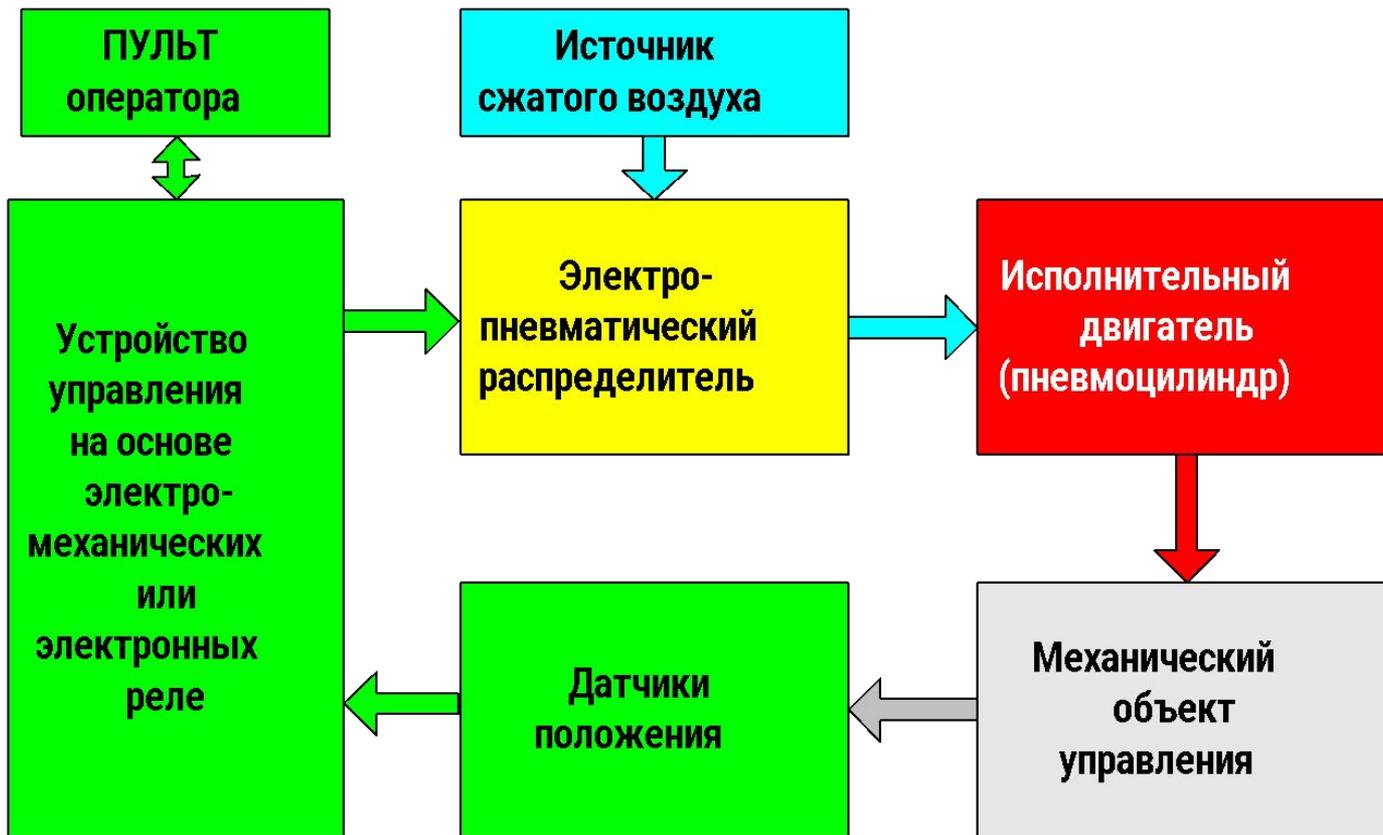


Рис. 5.38. Дроссели с обратным клапаном и пример неправильной их установки

ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ПРИВОД С УПРАВЛЯЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ИЛИ ЭЛЕКТРОННЫХ РЕЛЕ



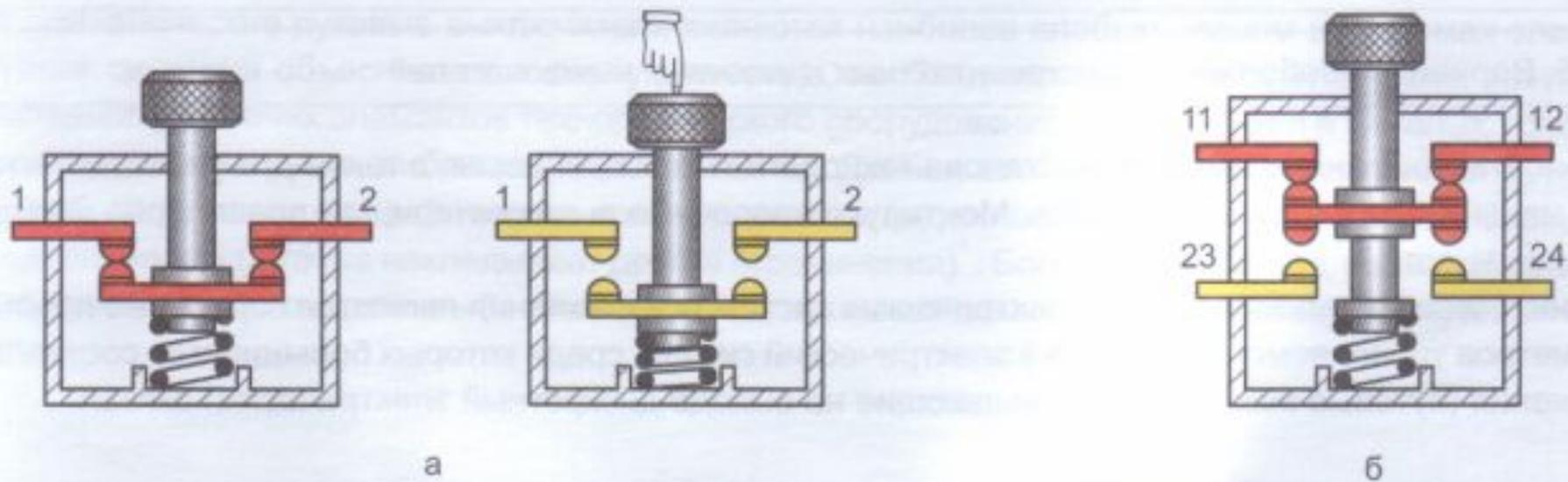


Рис. 9.3. Кнопочные выключатели: а) одноконтактный; б) двухконтактный

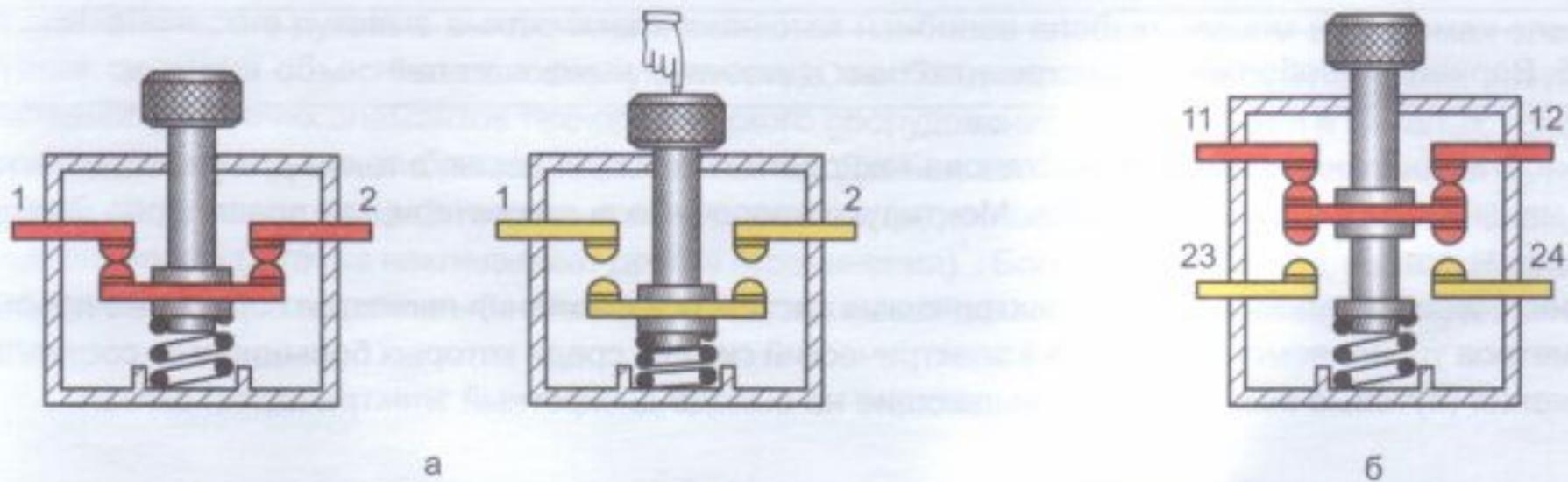


Рис. 9.3. Кнопочные выключатели: а) одноконтактный; б) двухконтактный

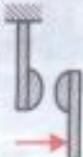
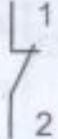
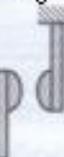
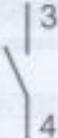
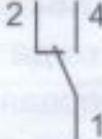
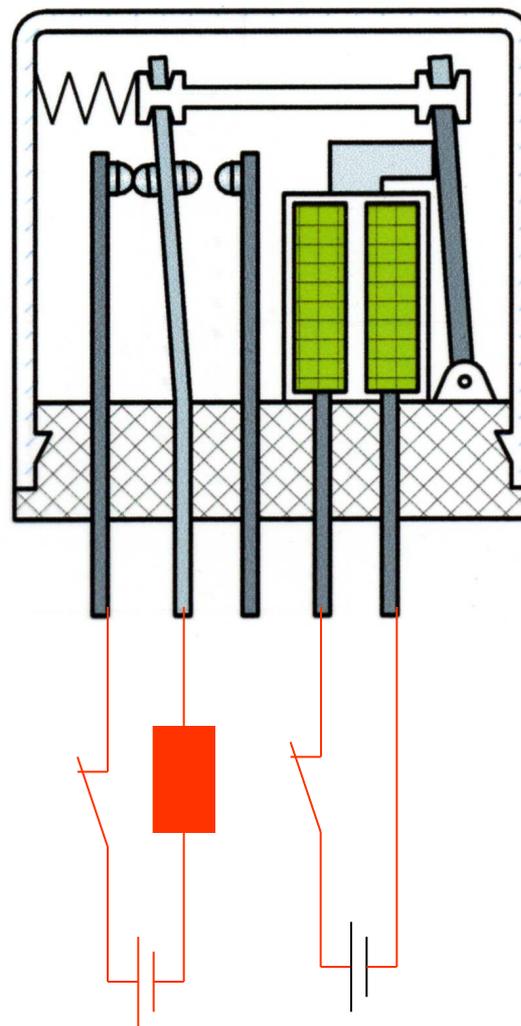
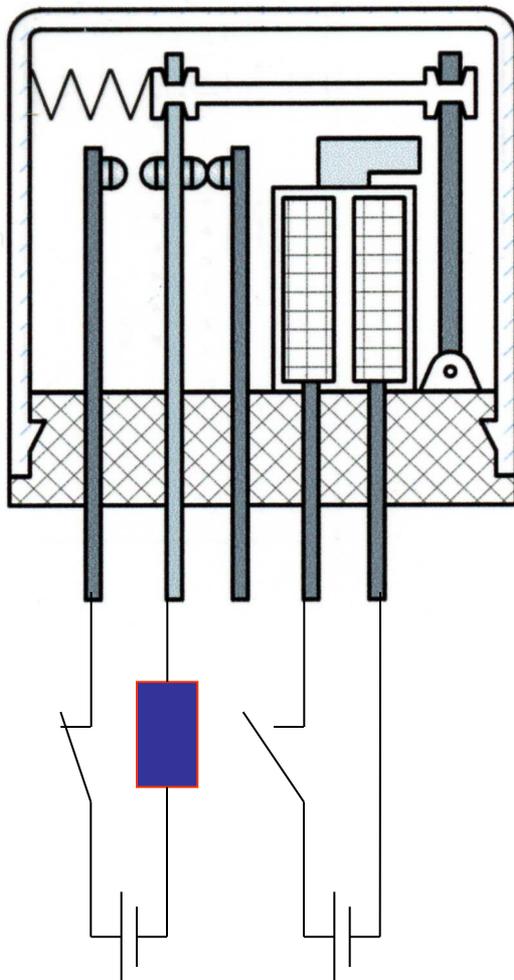
Наименование	Схема		Условное графическое обозначение
Размыкающий			
Замыкающий			
Переключающий			

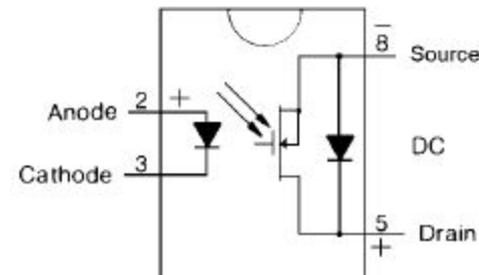
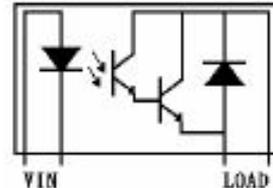
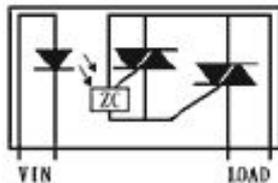
Рис. 9.2. Типы контактов и их условные графические обозначения

УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО РЕЛЕ





ТВЁРДОТЕЛЬНЫЕ РЕЛЕ



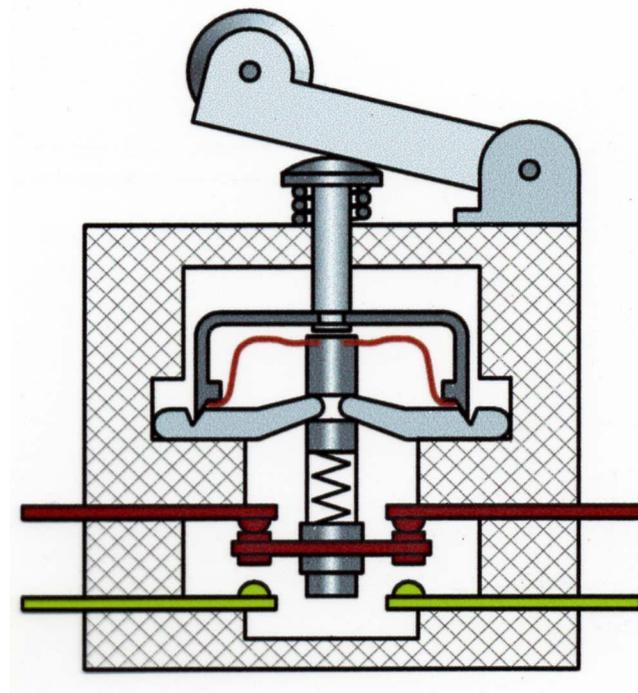
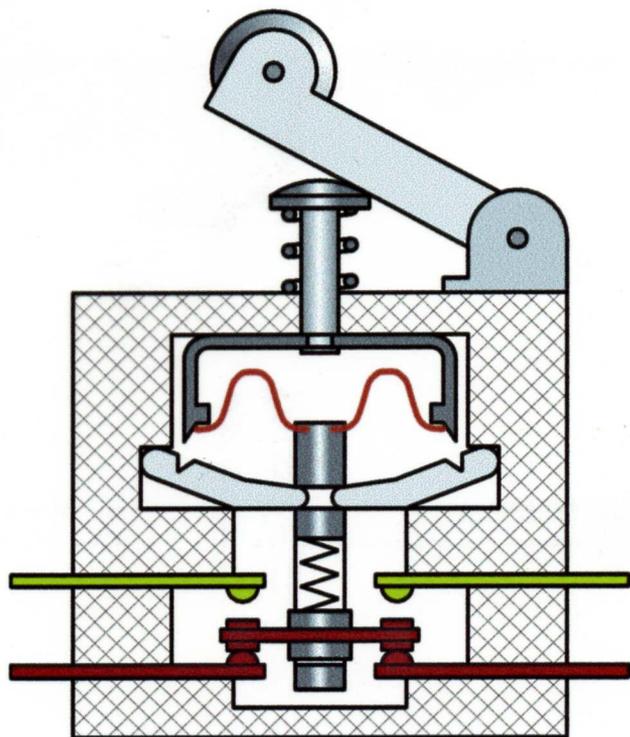
Основные отличия твердотельных реле от электромеханических реле

- отсутствие электромагнитных помех в момент переключения;
- высокое быстродействие;
- отсутствие акустического шума;
- отсутствие дребезга контактов реле;
- высокое сопротивление изоляции между входом и выходом;
- большое количество переключений, не менее 10^9 раз;
- малое энергопотребление.

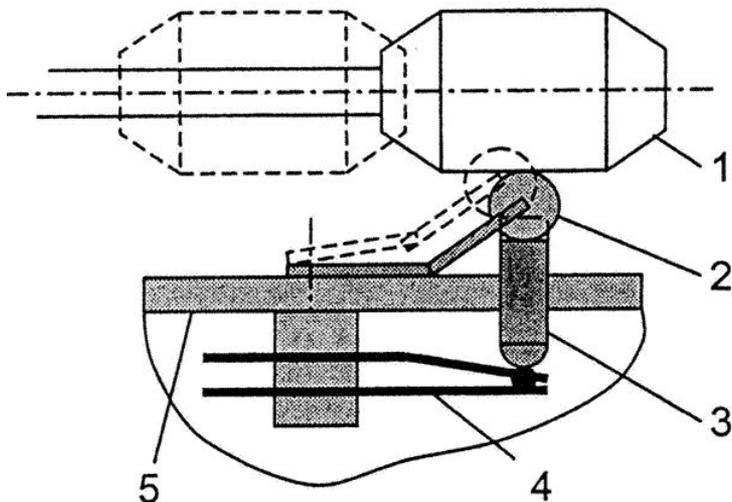
Типовые характеристики твёрдотельных реле

- Номинальное коммутируемое напряжение 250, 480 В
- Номинальный коммутируемый ток от 3 до 40 А
- Падение напряжения на замкнутых контактах, при 1А, - 1,5 В
- Напряжения пробоя между входом и выходом - 4000 В
- Сопротивление изоляции между входом и выходом при 500 В - 10^{10} Ом
- Время срабатывания - 8,3 мс

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ КОНЕЧНЫЙ (ПУТЕВОЙ) ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ



КОНТАКТНЫЙ ДАТЧИК (конечный или путевой выключатель)



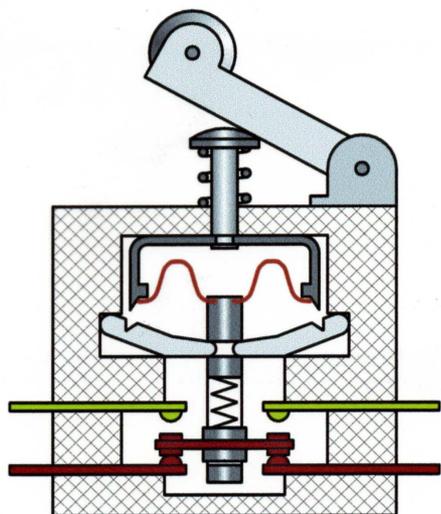
1 – механический объект,
приводимый в движение
пневмоцилиндром

2 – ролик

3 – плунжер

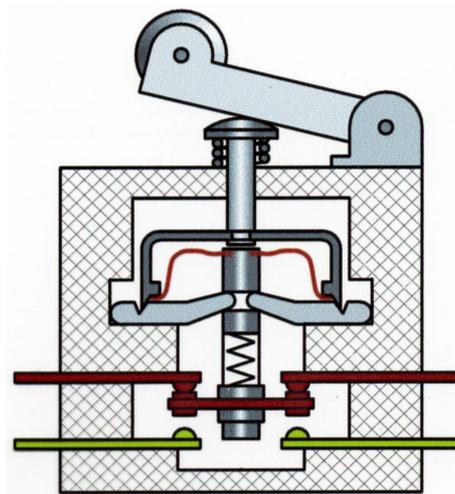
4 – электрические контакты
датчика

5 – корпус датчика



Нормально
разомкнутые
контакты
разомкнуты.

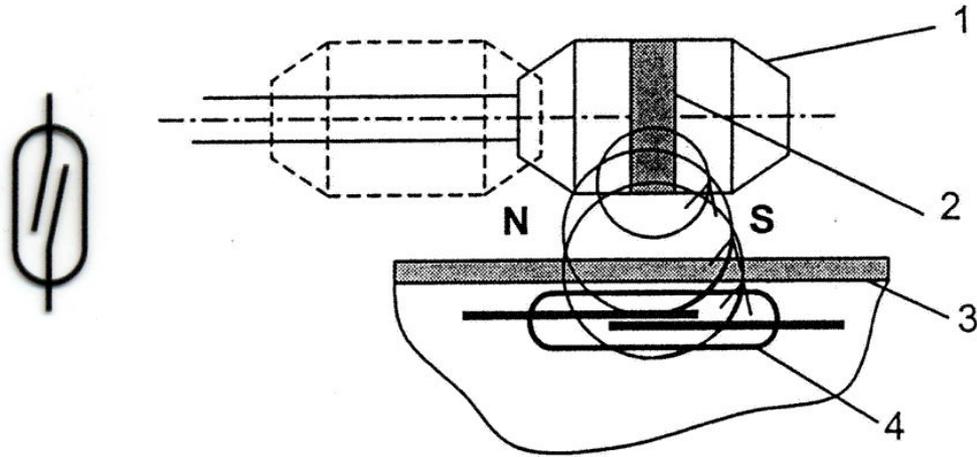
Нормально
замкнутые
контакты
замкнуты.



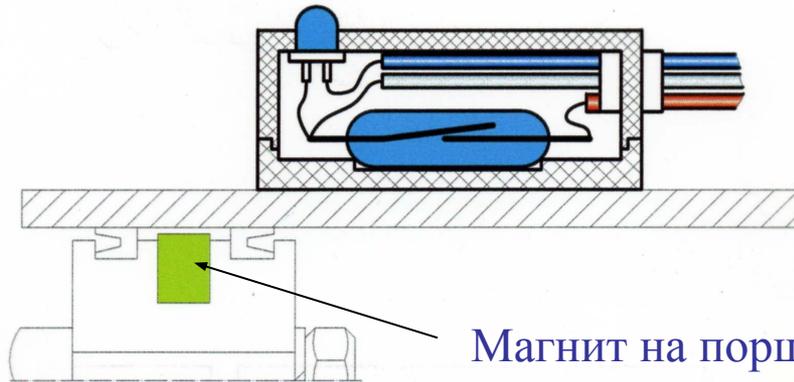
Нормально
разомкнутые
контакты
замкнуты.

Нормально
замкнутые
контакты
разомкнуты.

ГЕРКОНОВЫЙ ДАТЧИК

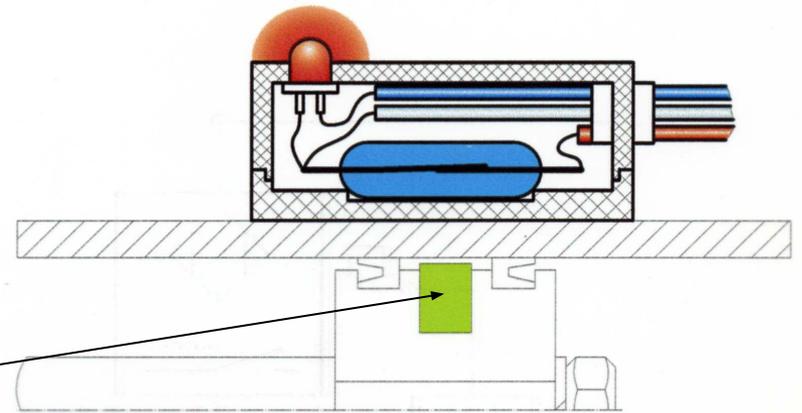


- 1 – механический объект, приводимый в движение пневмоцилиндром
- 2 – постоянный магнит
- 3 – корпус датчика
- 4 – стеклянная колба с герметичными контактами (геркон)



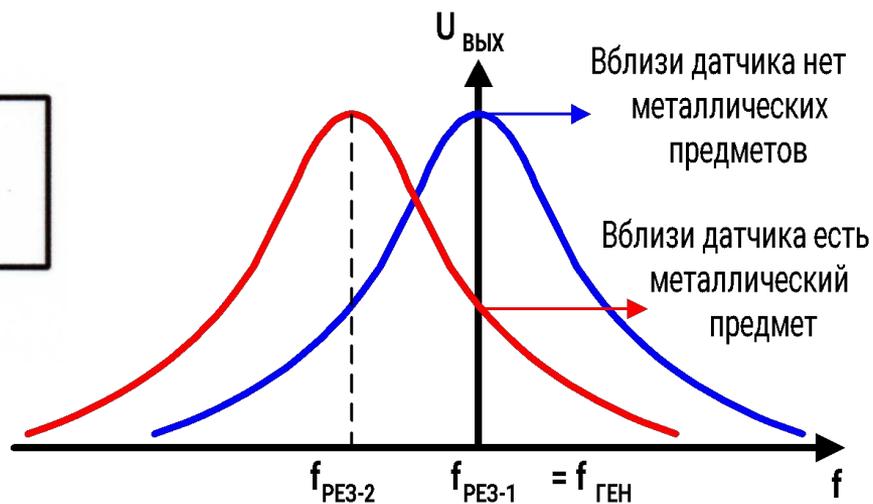
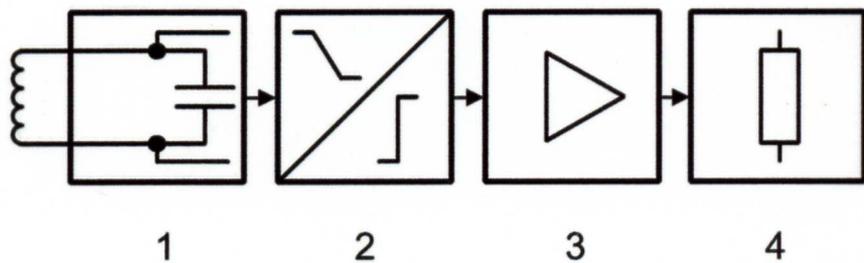
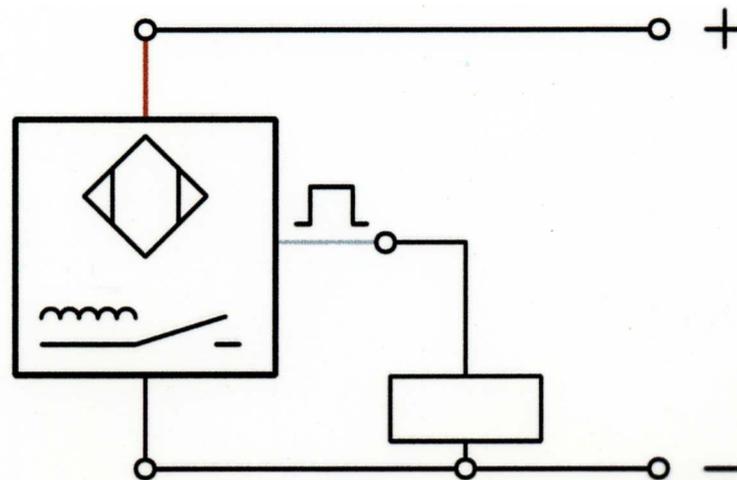
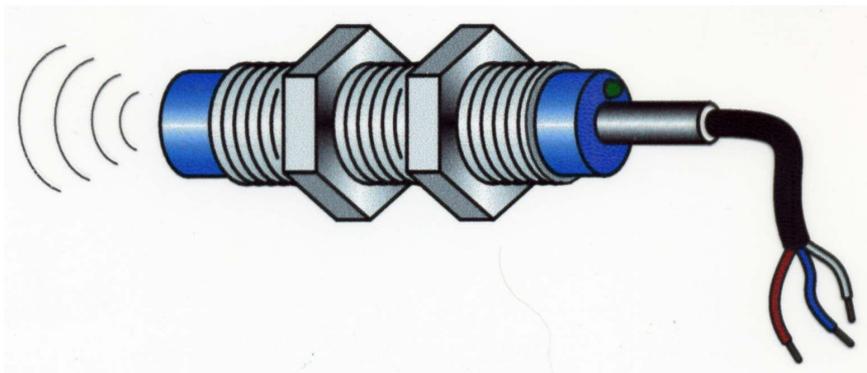
Магнит на поршне

Магнит находится вдали от геркона. Слабое магнитное поле. Контакты разомкнуты.

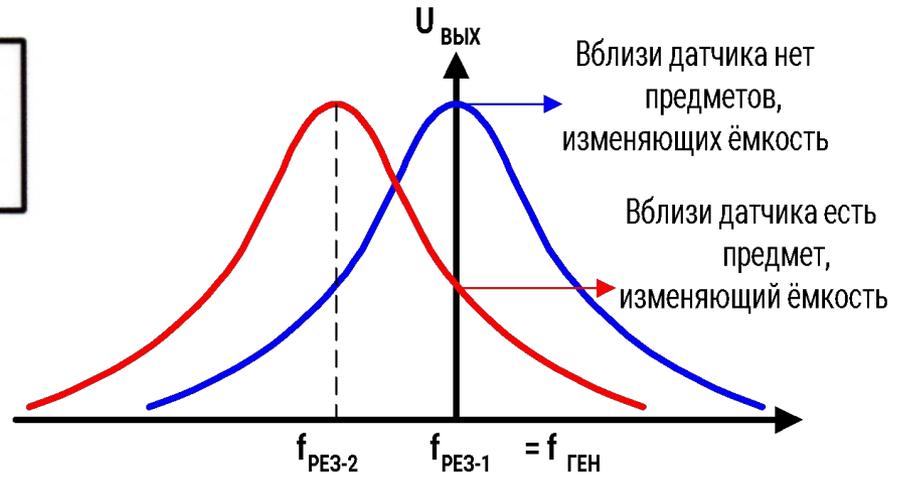
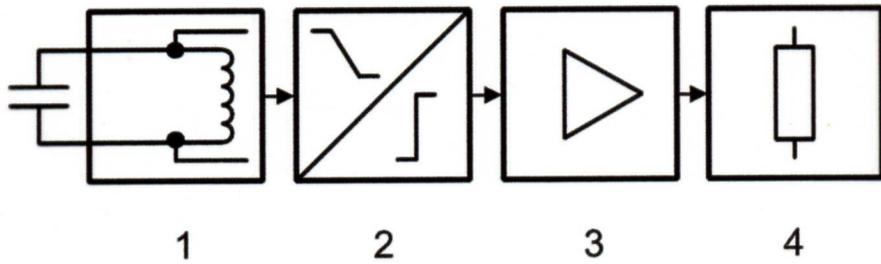
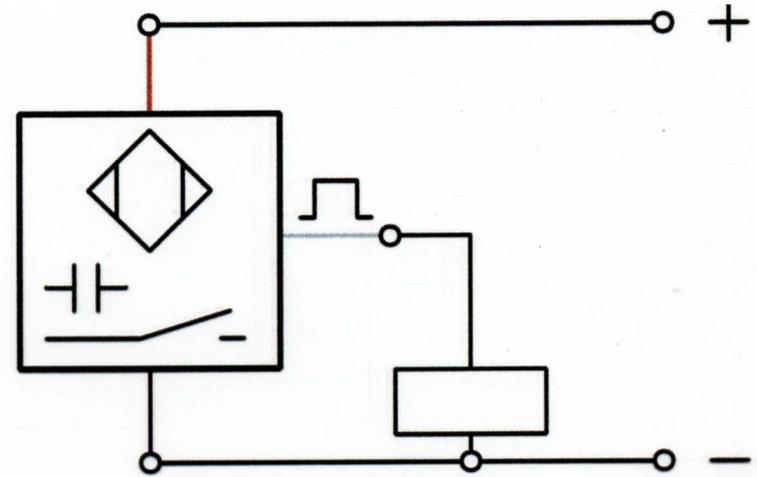
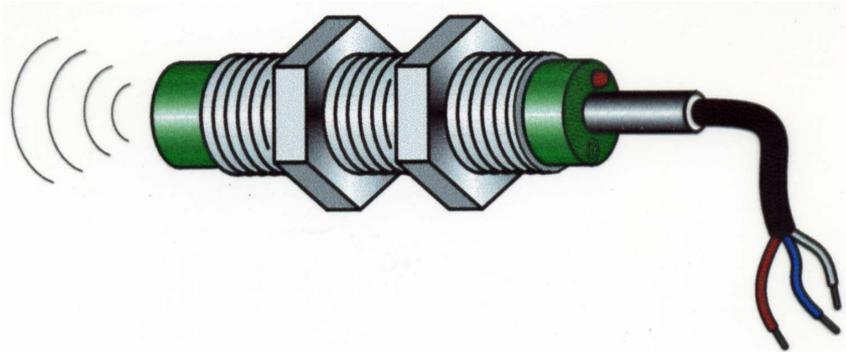


Магнит находится вблизи от геркона. Сильное магнитное поле. Контакты замкнуты.

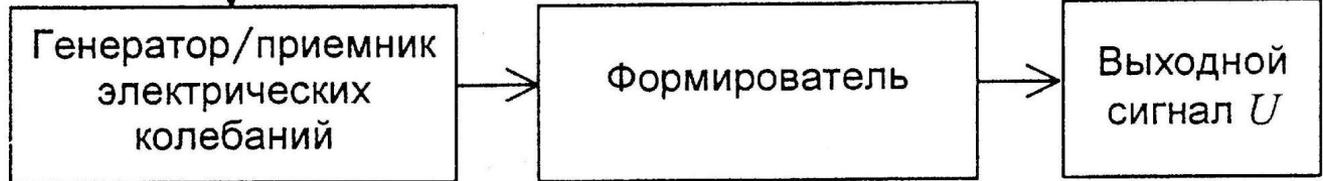
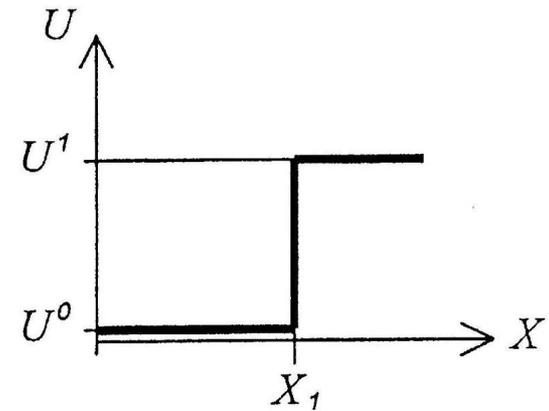
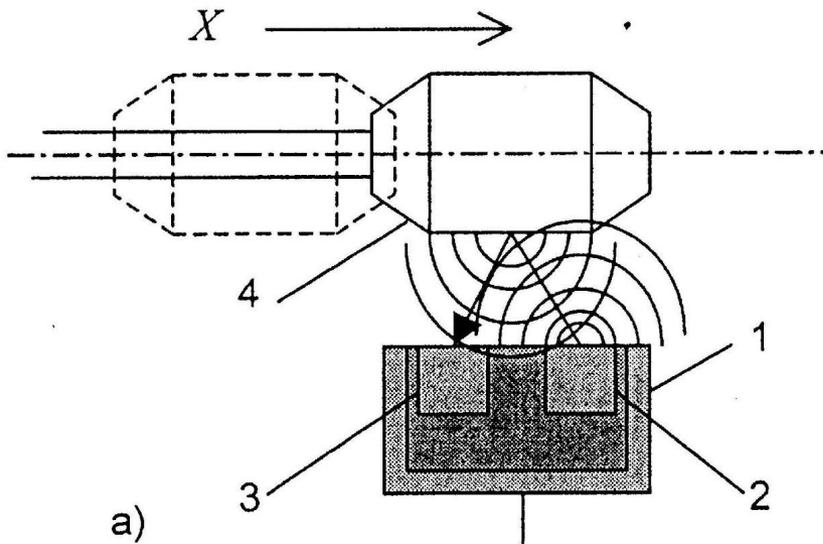
ИНДУКТИВНЫЙ ДАТЧИК ПРИБЛИЖЕНИЯ



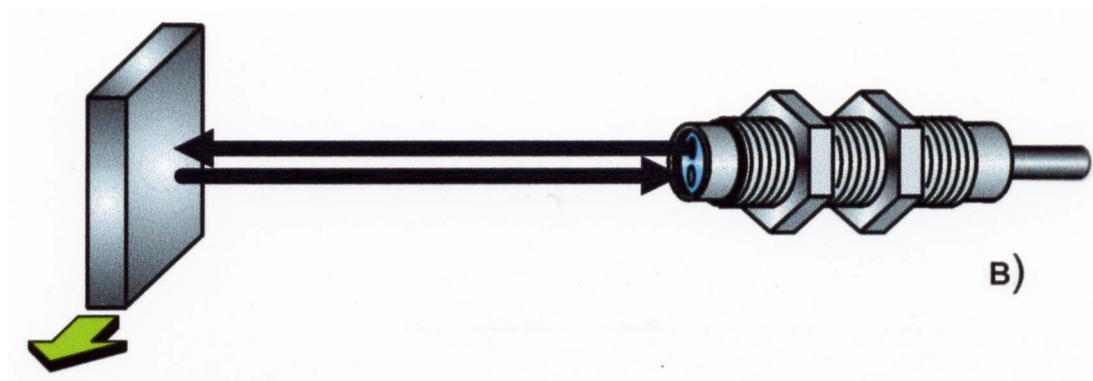
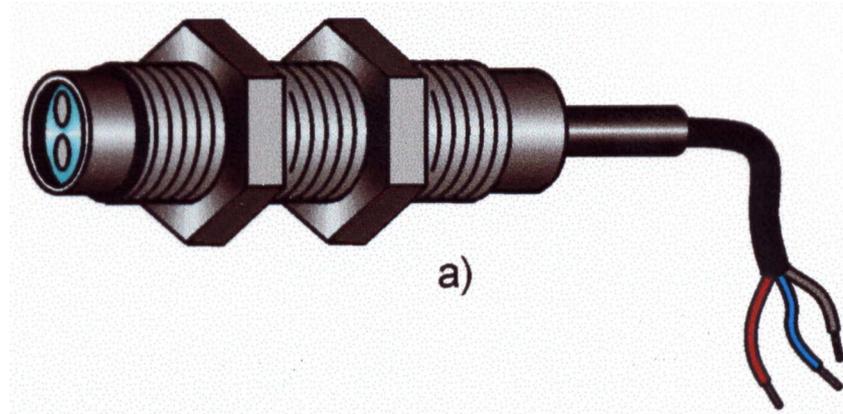
ЁМКОСТНЫЙ ДАТЧИК ПРИБЛИЖЕНИЯ



УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДАТЧИК ПРИБЛИЖЕНИЯ



ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ПРИБЛИЖЕНИЯ



ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ПРИБЛИЖЕНИЯ

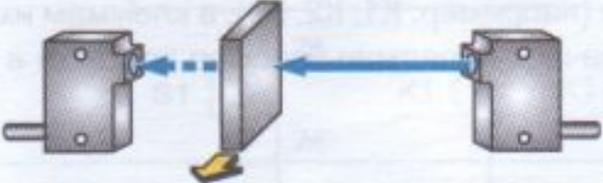
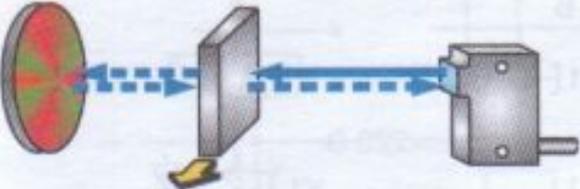
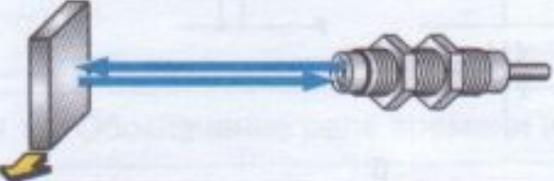
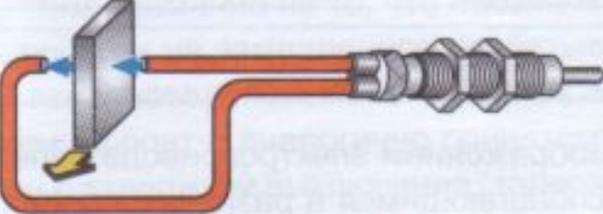
	<p>Датчики типа «разнесенная оптика» состоят из двух корпусов — приемника и излучателя, которые должны располагаться строго друг напротив друга.</p>
	<p>Датчики с отражением от катафота (световозвращателя) содержат излучатель и приемник в едином корпусе. Катафот входит в состав датчика.</p>
	<p>Датчики с отражением луча от контролируемого объекта.</p>
	<p>Датчики с оптоволоконными проводами используются в случаях, когда для самого датчика не хватает места в рабочей зоне.</p>

Рис. 9.15. Оптические путевые выключатели



ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР

(PLC – Programmable Logic Controller)

микропроцессорное устройство с проблемно – ориентированным программным обеспечением для реализации алгоритмов логического управления комплексами приводов и устройств промышленной автоматике.

Наиболее распространённая группа программируемых логических контроллеров (ПЛК) – micro PLC.

Они характеризуются моноблочной конструкцией, неизменяемой конфигурацией и небольшим (до 100) количеством входов и выходов.



ОВЕН ПЛК 100, ПЛК 150 и ПЛК 154



СОСТАВ КОНТРОЛЛЕРА

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ПРОЦЕССОРНЫЙ БЛОК

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ

ЦИФРОВЫЕ ВХОДЫ И ВЫХОДЫ

КОММУНИКАЦИОННЫЙ ПОРТ

МОДУЛИ РАСШИРЕНИЯ

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ДИСКРЕТНЫЕ ВХОДЫ И ВЫХОДЫ

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ АНАЛОГОВЫЕ ВХОДЫ И ВЫХОДЫ



СТРУКТУРА ПРОГРАММИРУЕМОГО ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА

ЦИКЛ РАБОТЫ КОНТРОЛЛЕРА (ЦИКЛ СКАНИРОВАНИЯ)



CoDeSys

The screenshot displays the CoDeSys software interface with the following components:

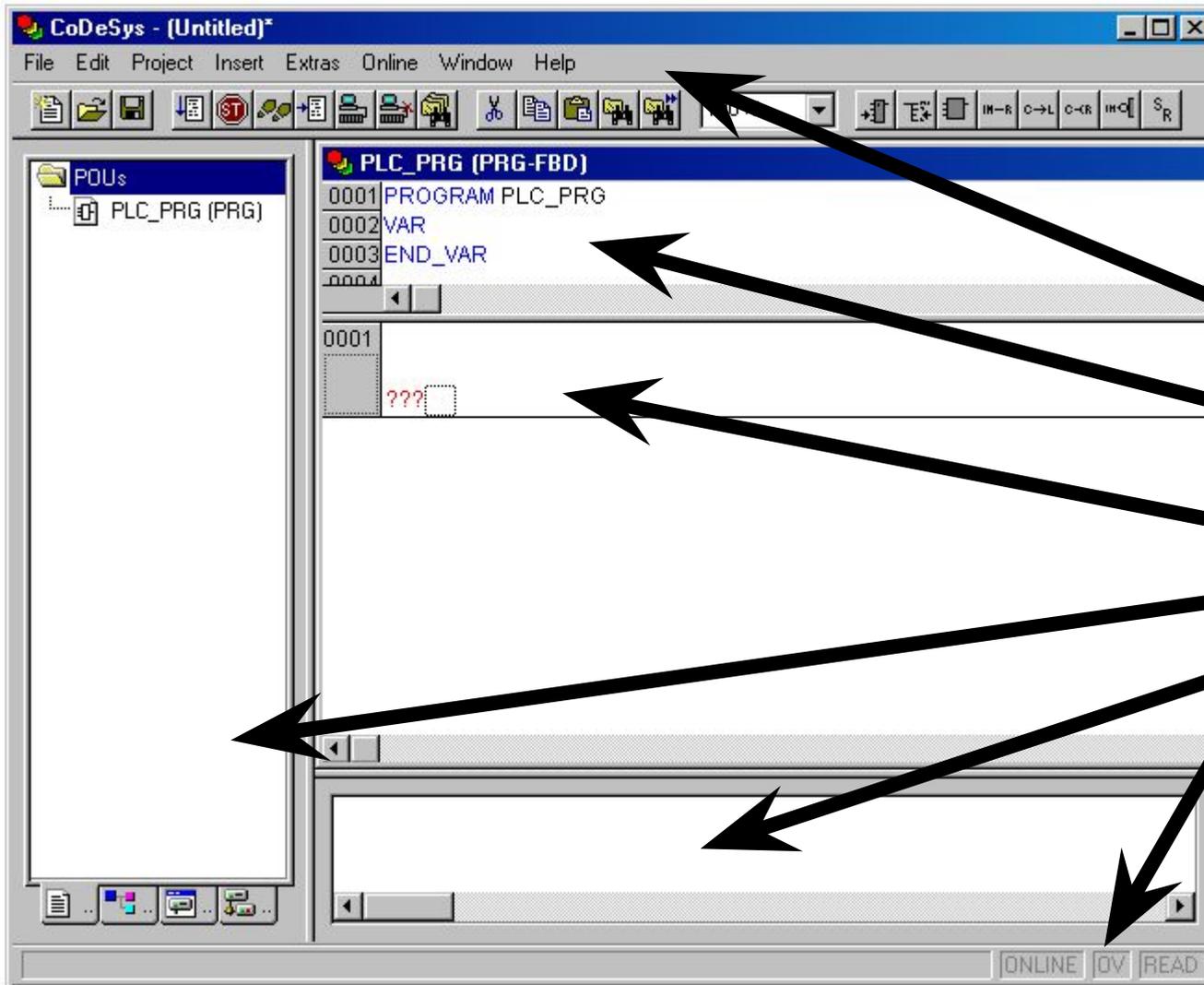
- Background:** A photograph of industrial machinery, including a robotic arm and a conveyor system labeled "power line".
- CoDeSys - example.pro* (Title Bar):** Includes menu items (Datei, Bearbeiten, Projekt, Einfügen, Extras, Online, Fenster, Hilfe) and a toolbar with icons for file operations and simulation.
- Left Panel (Bausteine):** A project tree showing a folder structure: "Beispiel Ordner" containing "MainTask (PRG)", "PointerP (PRG)", "VISU_FEATURES (PRG)", "CFC_EXAMPLE (PRG)", "FBD_EXAMPLE (FUN)", "IL_EXAMPLE (FB)", "LD_EXAMPLE (PRG)", "SFC_EXAMPLE (PRG)", "SlowTask (PRG)", and "ST_EXAMPLE (PRG)".
- Top-Left Window (CFC_EXAMPLE (PRG-CFC)):** A ladder logic diagram for a PID controller. It features a "PID_Regler" block with inputs: ACTUAL (100), SET_POINT (0.3), TN (100), TV (25), Y_OFFSET, Y_MIN, Y_MAX, MANUAL, and RESET. It has outputs: LIMITS_ACTIVE and OVERFLOW.
- Top-Right Window (LD_EXAMPLE (PRG-KOP)):** A ladder logic diagram with two rungs. Rung 0001: "Expired = T#0ms", "Timer", "M = FALSE". Rung 0002: "Setting all switches in the right way turns on lamp1", followed by a logic diagram with five switches (Switch1 to Switch5) connected in series.
- Bottom-Left Window (SFC_EXAMPLE (PRG-S)):** A state transition diagram showing states: "Init", "Step9", "Parallel1", and "Parallel2". Transitions are labeled "Start_As", "Testx", and "Testy".
- Bottom-Right Window (FBD_EXAMPLE (FUN-FUP)):** A function block diagram with three rungs. Rung 0001: "b1 = FALSE". Rung 0002: "b2 = TRUE". Rung 0003: "b3 = FALSE". Below the rungs, a logic diagram shows two variables: "Var1=175" and "Var2=94". "Var1" is processed by a "MOD" block (10) and an "LT" block (5). "Var2" is processed by a "MOD" block (20) and a "GT" block (10). The outputs of "LT" and "GT" are combined in an "AND" block, with inputs "b1" and "b2".
- Bottom Bar:** Simulation control buttons: ONLINE, SIM, LAUFT, BP, FORCE, UB, LESEN.

Что такое CoDeSys?

- Инструмент программирования
- Инструмент отладки
- Инструмент тестирования
- Инструмент создания визуализаций
- Инструмент документирования проектов

CoDeSys – пакет для создания программного обеспечения для ПЛК в соответствии со стандартом МЭК 61131-3

Первый запуск **CoDeSys**



Главное меню и панель инструментов

Область определения переменных

Редактор

Менеджер объектов

Окно сообщений

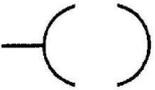
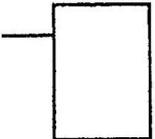
Строка статуса

ЯЗЫКИ МЭК **61131-3**

- Список инструкций (IL)
- Структурированный текст (ST)
- Язык функциональных блоковых диаграмм (FBD)
- Язык релейных диаграмм (LD)
- Язык последовательных функциональных схем (SFC)

ЯЗЫК РЕЛЕЙНО-КОНТАКТНЫХ СХЕМ (Ladder Logic)

Табл. 2.3. Основные элементы языка релейно-контактных схем (LAD)

Элемент	Описание
	<p><i>Контакт.</i> Представляет собой переключатель, через который может проходить ток. Через <i>закрывающий</i> (нормально открытый) контакт ток проходит только тогда, когда контакт замкнут (логическое значение равно 1). Через <i>размыкающий</i> (нормально замкнутый) контакт ток проходит только тогда, когда контакт разомкнут (логическое значение равно 0).</p>
	<p><i>Обмотка.</i> Представляет собой выход релейного типа, активизирующийся при прохождении тока.</p>
	<p><i>Бокс.</i> Представляет собой функцию (например, функцию таймера, счетчика или математической операции), исполняемую при прохождении тока через бокс.</p>