

. Электрические и магнитные элементы автоматики.

План

Общие сведения. Механизм электрического контакта. Электромеханические реле. Твердотельные реле. Электрические аппараты управления приёмниками электрической энергии. Электрические аппараты управления и защиты. Расцепители автоматов. Контактторы, магнитные пускатели и автоматические выключатели. Шаговые двигатели. УЗО.

Общие сведения

Аппараты автоматики (реле, датчики, регуляторы и др.) коммутируют токи до 5 А при напряжениях до сотен вольт и используются в цепях автоматики.

Аппараты управления коммутируют токи более 5 А при напряжениях до 1 000 В в силовых цепях двигателей, генераторов, нагревательных устройств и др. Различают аппараты управления приемниками электроэнергии в нормальных режимах работы (контакты, магнитные пускатели, командоаппараты) и аппараты распределения электроэнергии и ее отключения в аварийных режимах (автоматы, предохранители, рубильники, пакетные выключатели).

Номиналы напряжений

Электрические аппараты изготовляют на наиболее распространенные значения номинальных напряжений: в цепях синусоидального тока — 24, 36, 127, 220, 380 В; в цепях постоянного тока — 12, 24, 48, 110, 220, 440 В. Распространенные значения номинальных токов: 0,1; 0,2; 0,5; 1; 6; 10; 25; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630; 1000 А.

Электрические аппараты в местах установки соединяют неизолированными шинами, укрепленными на изоляторах, или кабелями.

В трехфазных цепях шины должны быть окрашены в определенный цвета: фаза *A* — в желтый, фаза *B* — в зеленый и фаза *C* — в красный; нейтральные шины: при изолированной нейтрали — в белый, при заземленной нейтрали — в черный.

В цепях постоянного тока шина положительной полярности — красная, отрицательной — синяя, нейтраль — белая.

Механизм электрического контакта

- *Контактом* называется место механического соединения токоведущих элементов электрической цепи, предназначенных для ее замыкания или размыкания. Различают контакты неподвижные (рис. 10.1, а) и подвижные. Последние разделяются на скользящие и стыковые. Типовая конструкция скользящего контакта (рис. 10.1, б) содержит подвижный контакт *1* и вилку *2*. Нажатие контактов обеспечивается упругостью материала вилки и плоских пружин *3*. В качестве стыковых используются мостиковые контакты (рис. 10.1, в) и др.

Контакты

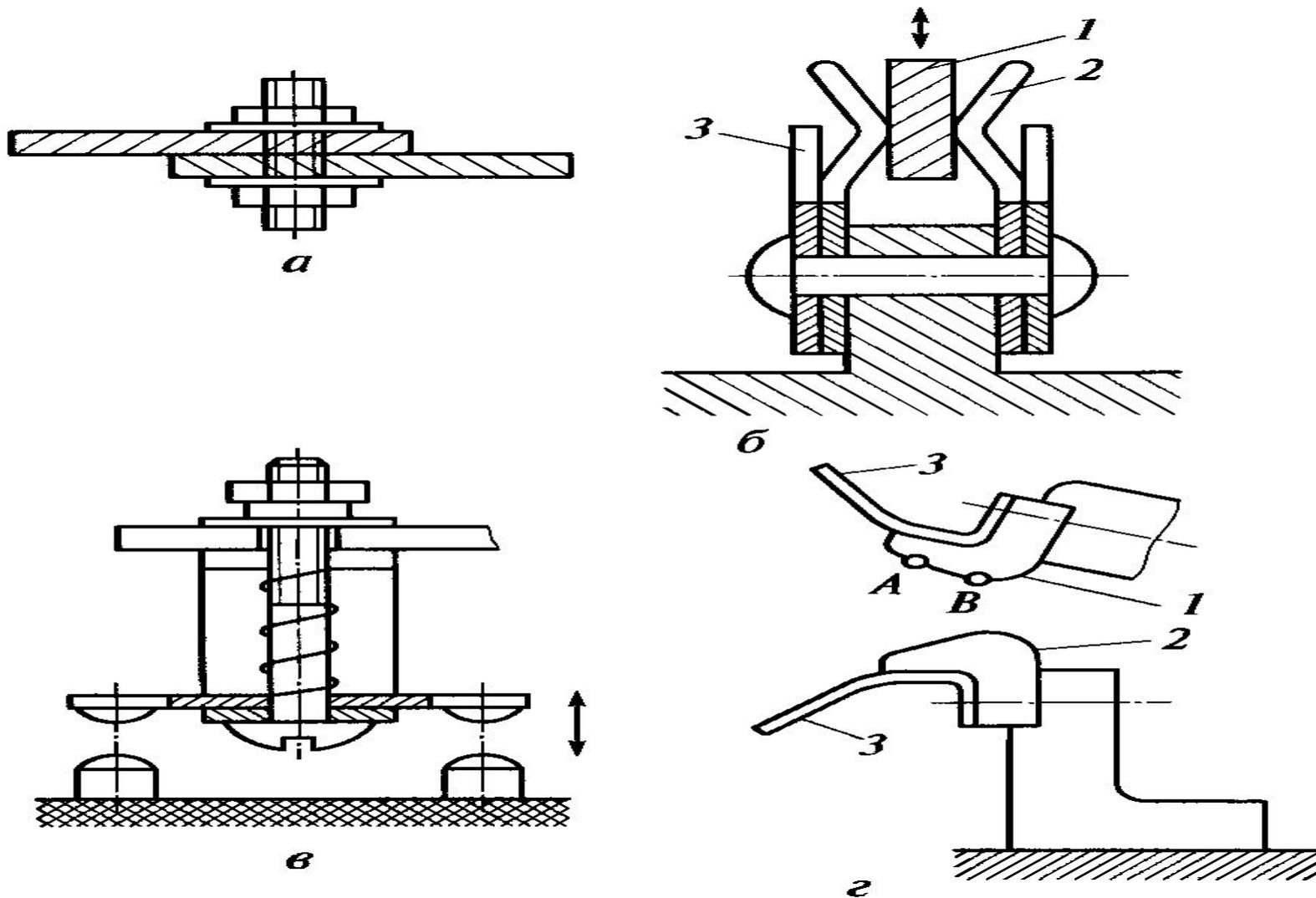


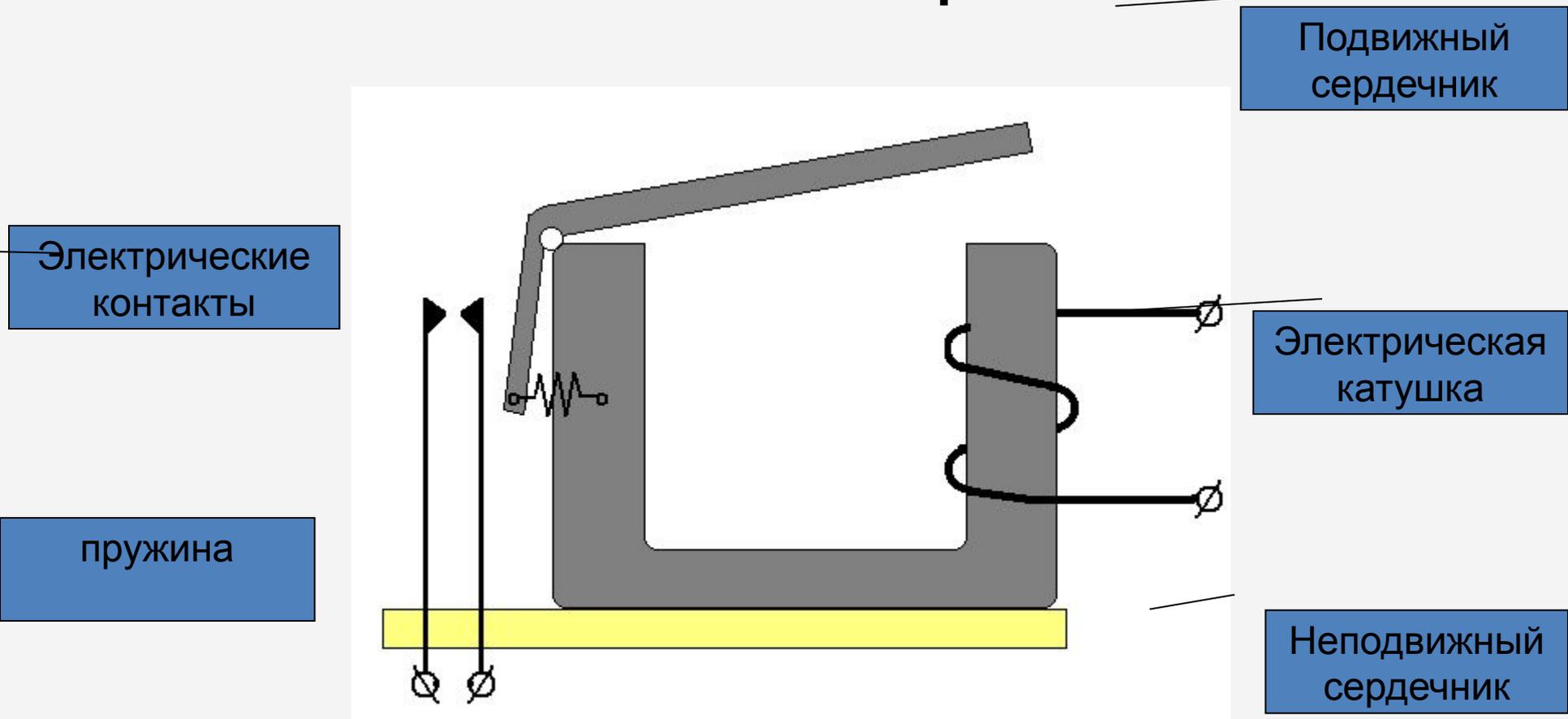
Рис. 10.1

Электромеханические реле

Назначение

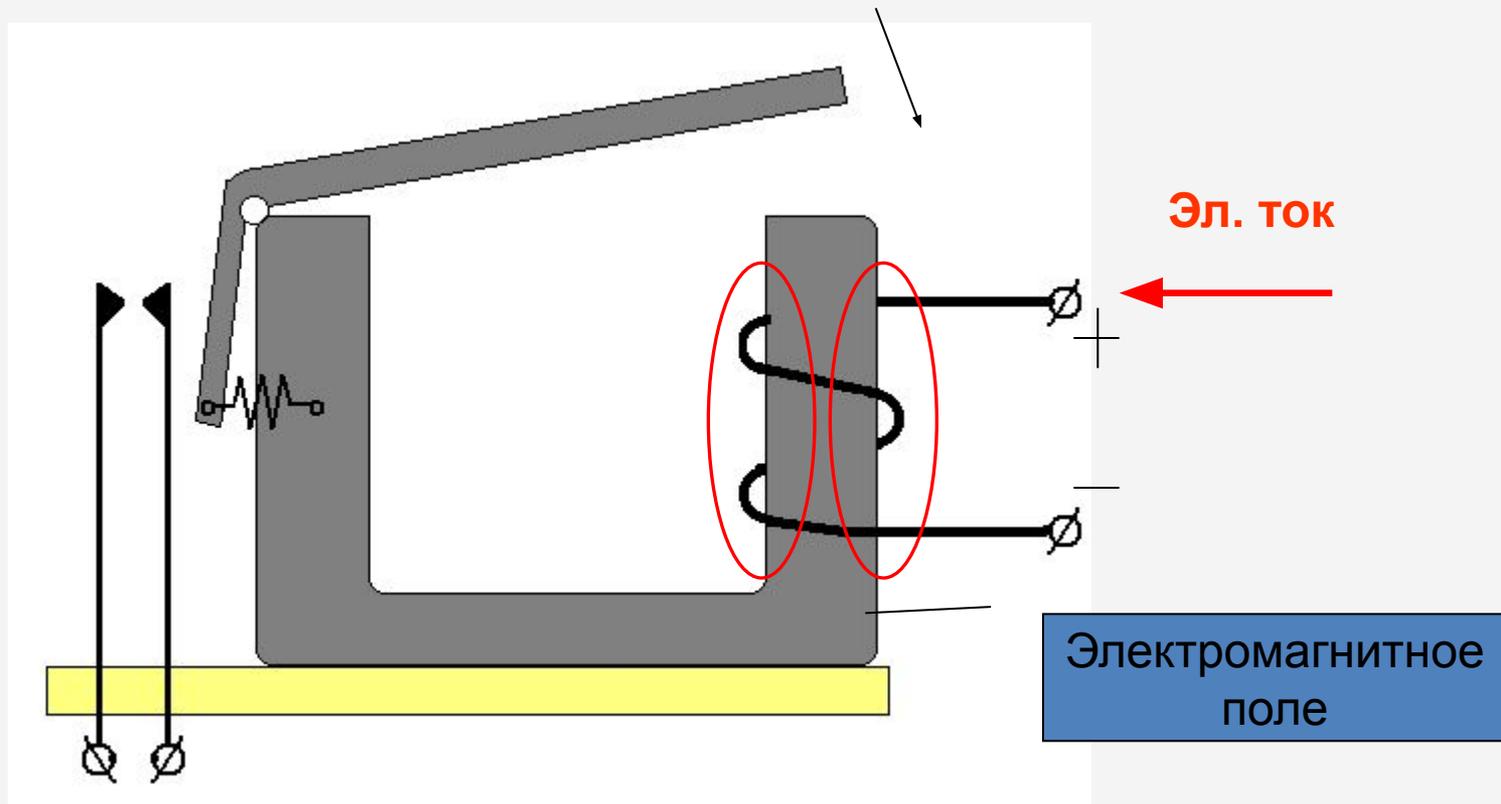
Такие реле приводятся в действие электромагнитом постоянного или синусоидального тока. Рассмотрим принцип действия реле тока на основе электромагнита синусоидального тока (рис. 10.2). катушка с числом витков w включена последовательно в цепь тока управления $i_{уп}$. Ее МДС $i_{уп} w$ возбуждает в неразветвленной магнитной цепи магнитный поток Φ , замыкающийся через магнитопровод 1, якорь 2 и воздушный зазор шириной b . При этом на якорь действует электромагнитная сила $F_{эм}$, притягивающая его к магнитопроводу. Если значение электромагнитной силы превысит значение силы возвратной пружины $F_{пр}$, то реле сработает и контакты K разомкнутся.

Электромагнитное реле - контактор



Принцип работы

1



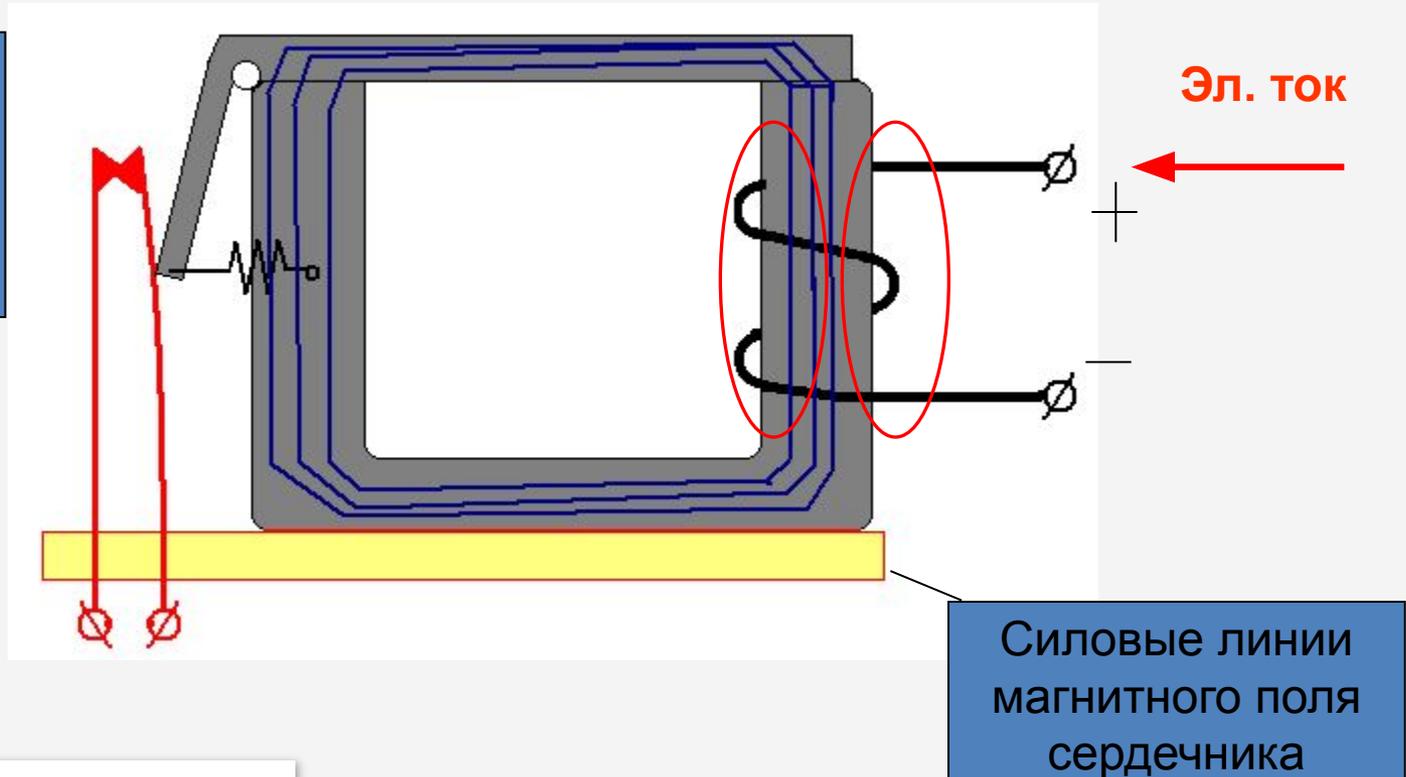
На катушку подается электрический ток. Электрический ток в катушке создает электромагнитное поле, которое намагничивает сердечник.

Конспект урока

Принцип работы

2

Вторичная электрическая цепь замкнута



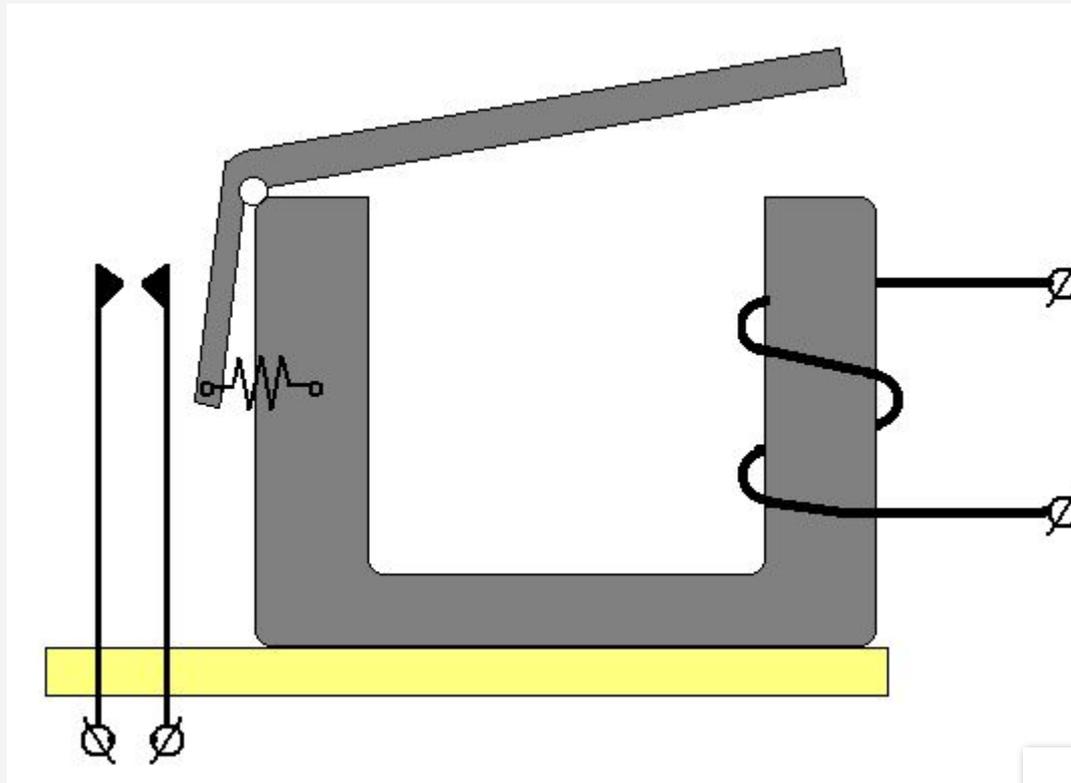
Конспект урока

Рабочее состояние

Ток в катушке прерывается.
Электромагнитное поле исчезает.

3

Вторичная
электрическая
цепь разомкнута



Конспект урока

Пружина возвращает подвижный сердечник в исходное состояние.
Контакты вторичной цепи размыкаются

Реле тока на основе электромагнита синусоидального тока

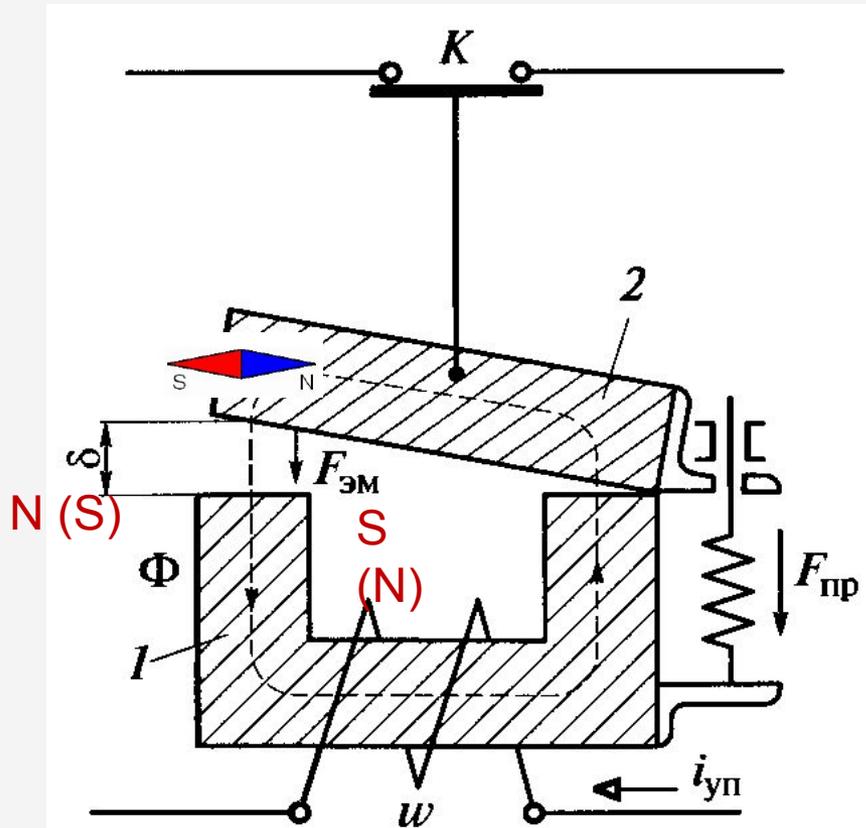


Рис. 10.2

Поляризованное реле

- Поляризованное реле приводится в действие в зависимости от значения и направления тока управления $i_{уп}$ в обмотке электромагнита. Конструкция и электрическая схема поляризованного реле приведены на рис. 10.3. В неразветвленную магнитную цепь реле встроен постоянный магнит,. Пусть при отсутствии тока управления $i_{уп}$ в обмотке с числом витков w магнитный поток постоянного магнита равен $\Phi_{пм}$, а магнитный поток срабатывания реле — $\Phi_{сраб} > \Phi_{пм}$ - Тогда при согласном (встречном) направлении магнитного потока $\Phi_{пм}$ и МДС управления $i_{уп} w$ будет (не будет) происходить срабатывание реле — размыкание контактов K . Причем реле будет срабатывать при малом значении МДС $i_{уп} w$, необходимом для возбуждения малого магнитного потока управления: $\Phi_{уп} = \Phi_{сраб} - \Phi_{пм}$. Это определяет высокие чувствительность по МДС $i_{уп}$ (до 2 А) и быстроедействие (до 0,005 с) поляризованного реле.

Поляризованное реле

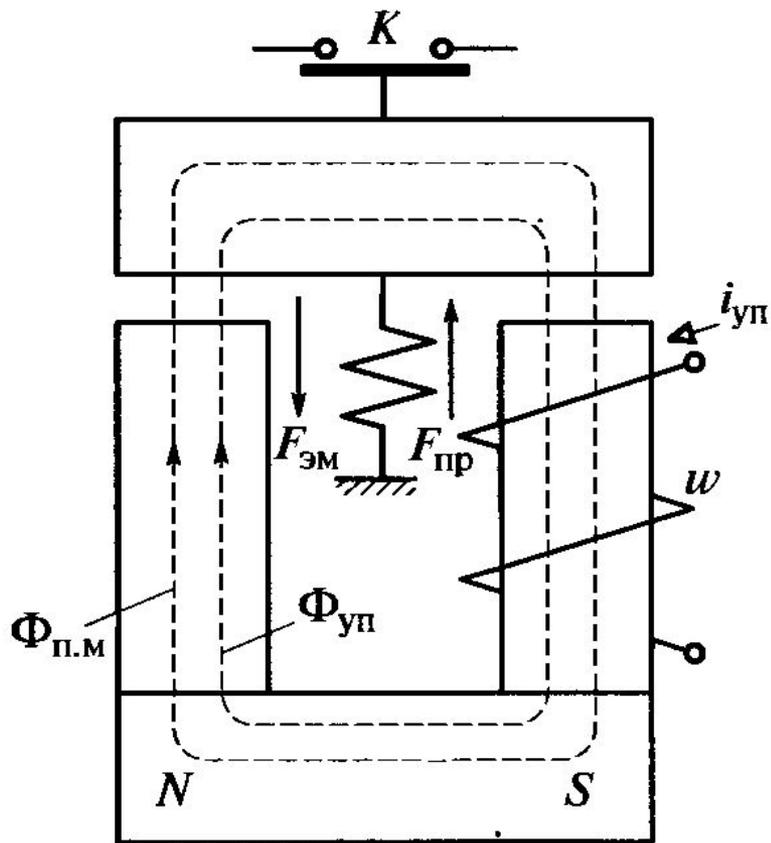
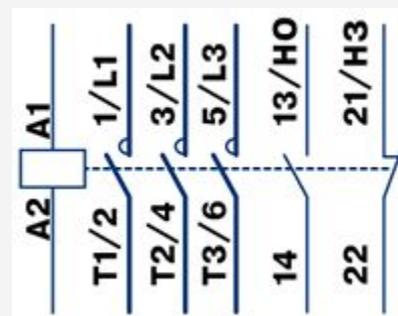


Рис. 10.3

$i_{уп}$ ток управления
 $\Phi_{п.м}$ поток постоянного магнита,
 $\Phi_{уп}$ поток управления
 $F_{пр}$ сила пружины,
 $F_{эм}$ электромагнитная сила,
NS постоянный магнит,
K контакты

Пример – контактор КМ1



Широкая область применения

- Широкий диапазон рабочих температур от -40° до $+50^{\circ}\text{C}$
- Удобство замены втягивающей катушки
- Варианты исполнения на 12 номинальных токов: 9, 12, 18, 25, 32, 40, 50, 65, 80, 95, 115, 150 А
- Срок службы не менее 15 лет

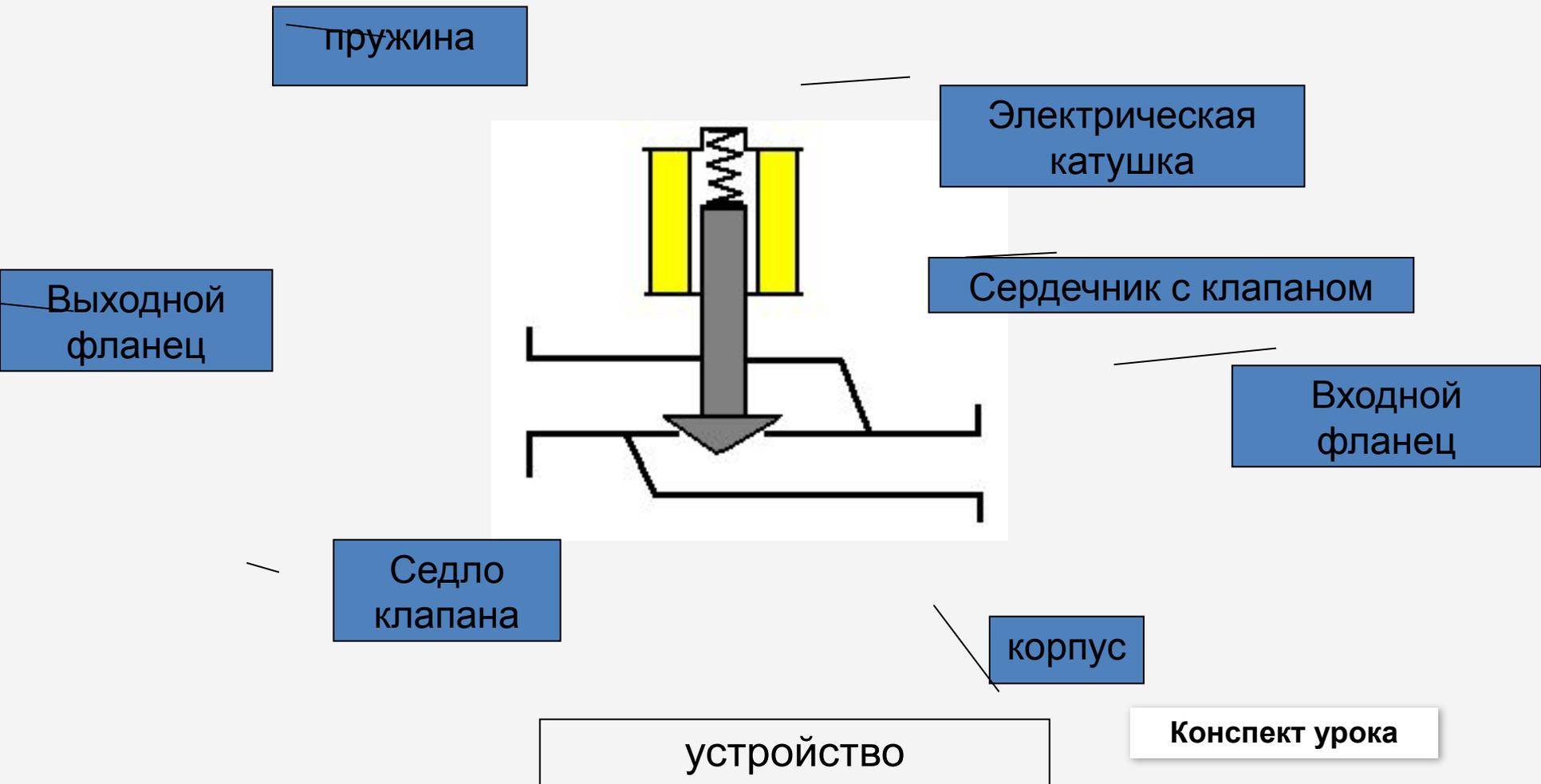
Конспект урока

Промышленные реле и контакторы



Конспект урока

Электромагнитный клапан

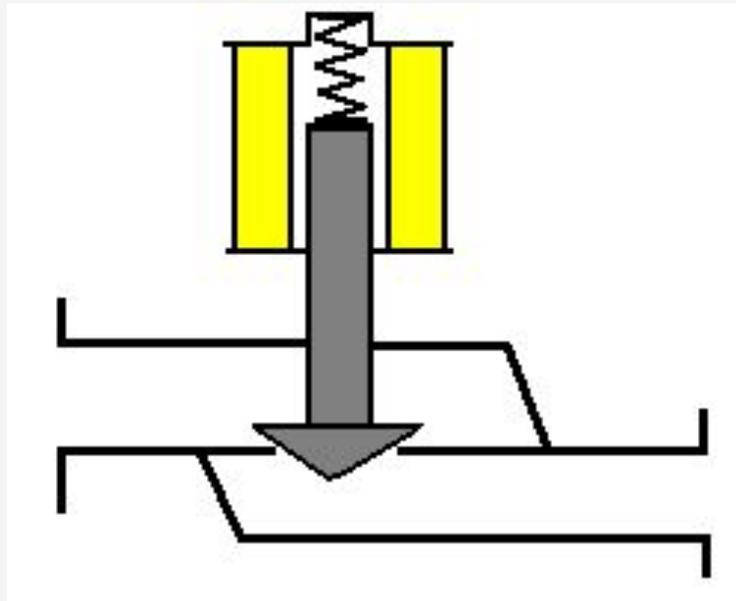


Принцип работы

1

Исходное положение.

Ток в катушке не протекает.

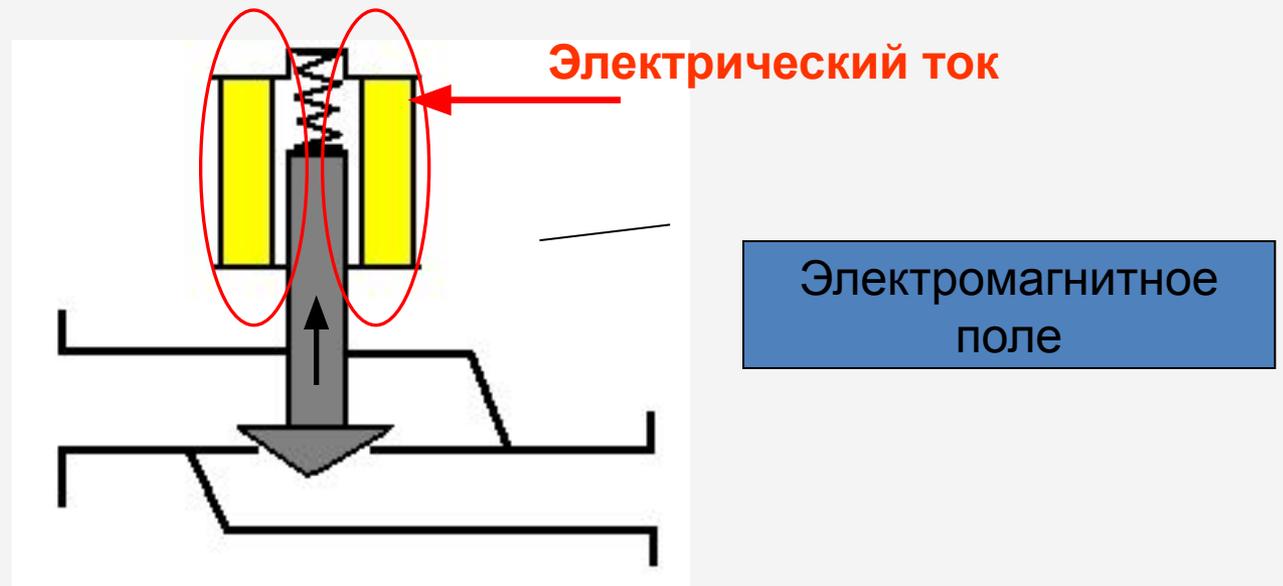


Пружина прижимает сердечник с клапаном к седлу.
Проход закрыт.

Конспект урока

Принцип работы

2

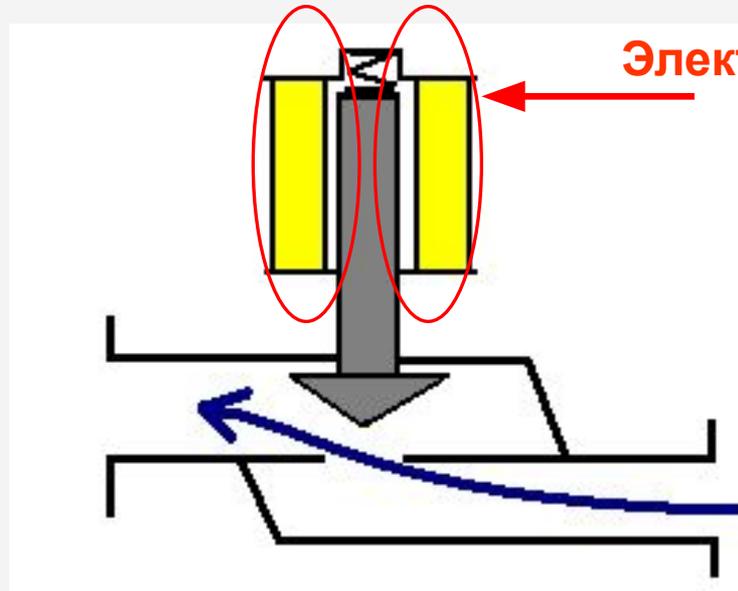


Когда на катушку подается электрический ток, в ней возникает электромагнитное поле, которое намагничивает сердечник и сердечник втягивается в катушку сжимая пружину.

Конспект урока

Принцип работы

3



Электрический ток

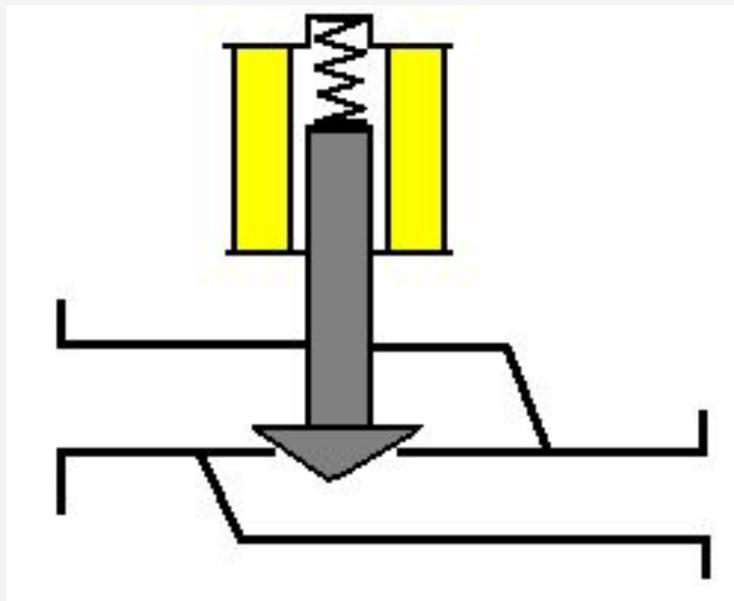
Поток жидкости
или газа

Открывается проход потоку жидкости или газа

Конспект урока

Принцип работы

4



При обесточивании катушки электромагнитное поле исчезает и пружина опускает клапан на седло. Проход закрывается.

Конспект урока

Примеры электромагнитных клапанов

Burkert тип131



2-х ходовой самоподпирающийся клапан
Ду -15 до 50мм, давление 0,5-6 бар,
температура от 0°С до +70°С
Среда: щелочи, кислоты,
окислители, солевые растворы,
загрязненное масло

Конспект урока

Burkert тип142



2-х и 3-х ходовые клапаны прямого действия
Ду от 10 до 20мм, давление 0-1 бар,
температура от -10°С до +70°С
Среда: сжатый воздух, бытовой газ,
вода, гидравлическое масло,
загрязненные масло и жир, щелочи,
кислоты, окислители, солевые
растворы

Конспект урока

Исполнительные механизмы являются как бы руками управляющего устройства, с помощью которых оно воздействует на вход объекта управления. Устройство и принцип действия исполнительных механизмов сильно зависит от характера требуемого воздействия и от самого входа объекта. Тем не менее, существуют множество стандартизованных исполнительных устройств автоматики. Рассмотрим некоторые из них.

Электромагнитное реле – контактор.

На металлическом сердечнике находится электрическая катушка. Подвижный сердечник соединен с неподвижным шарниром и удерживается в исходном состоянии пружиной. Рядом с подвижным сердечником расположена пара контактов. В исходном состоянии контакты разомкнуты.

При подаче электрического тока в катушку в ней возникает электромагнитное поле, которое намагничивает сердечник. Подвижный сердечник притягивается магнитным полем к неподвижному, при этом он перемещает контакты и замыкает их. В таком состоянии реле может находиться настолько долго, пока в катушке течет электрический ток. Когда ток в катушке прекращается, магнитное поле исчезает, пружина возвращает подвижный сердечник в исходное положение и освобождает контакты, которые размыкаются.

Например, катушка контактора получает управляющий сигнал в виде постоянного напряжения от устройства управления, а своими контактами включает и выключает электрический ток печи. Контакторы различаются по количеству контактов коммутируемому току и напряжению катушки.

[вернуться](#)

Электромагнитный клапан.

Клапан представляет собой механический клапан и электромагнит, сердечник которого соединен с клапаном.

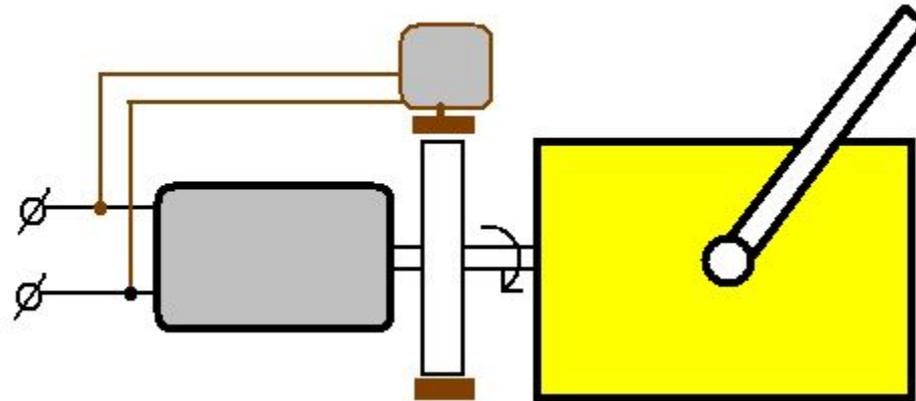
В исходном состоянии пружина давит на сердечник и прижимает клапан к седлу. Проход закрыт. При подаче электрического тока на катушку в ней возникает электромагнитное поле, которое втягивает в катушку сердечник. Сердечник поднимает клапан и проход открывается. Пока по катушке течет электрический ток, клапан будет открыт. При снятии с катушки тока электромагнитное поле исчезает, пружина прижимает сердечник и клапан к седлу. Проход закрывается. Клапаны используются для управления потоками жидкости и газа. Клапаны различаются по сечению трубопровода, давлению среды, напряжению катушки.

[вернуться](#)

электропривод

Тормоз
электрический

Рабочий рычаг



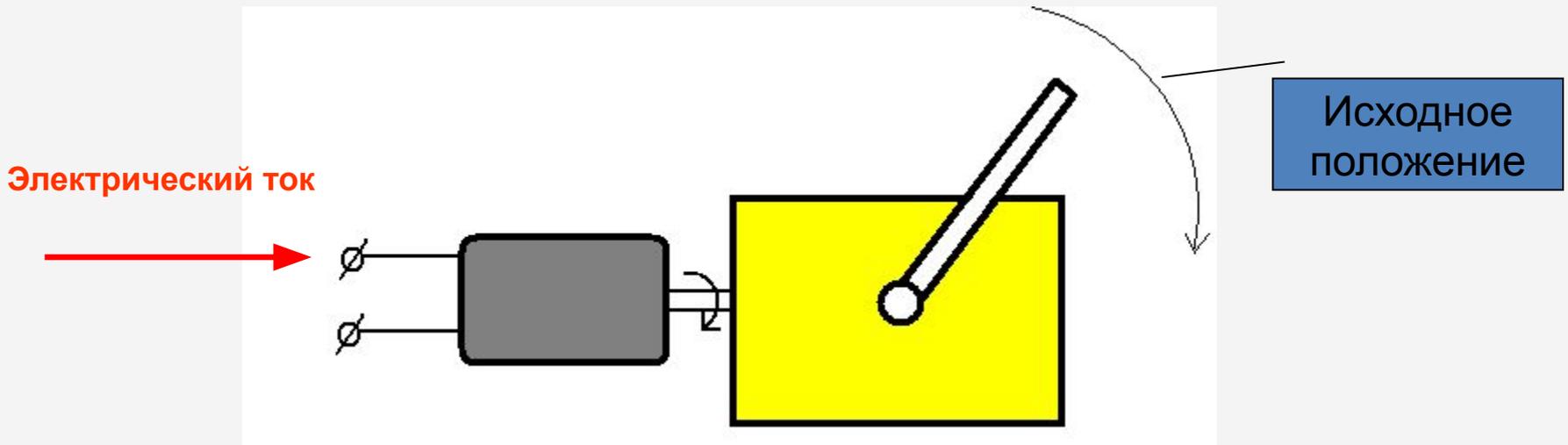
электродвигатель

редуктор

Конспект урока

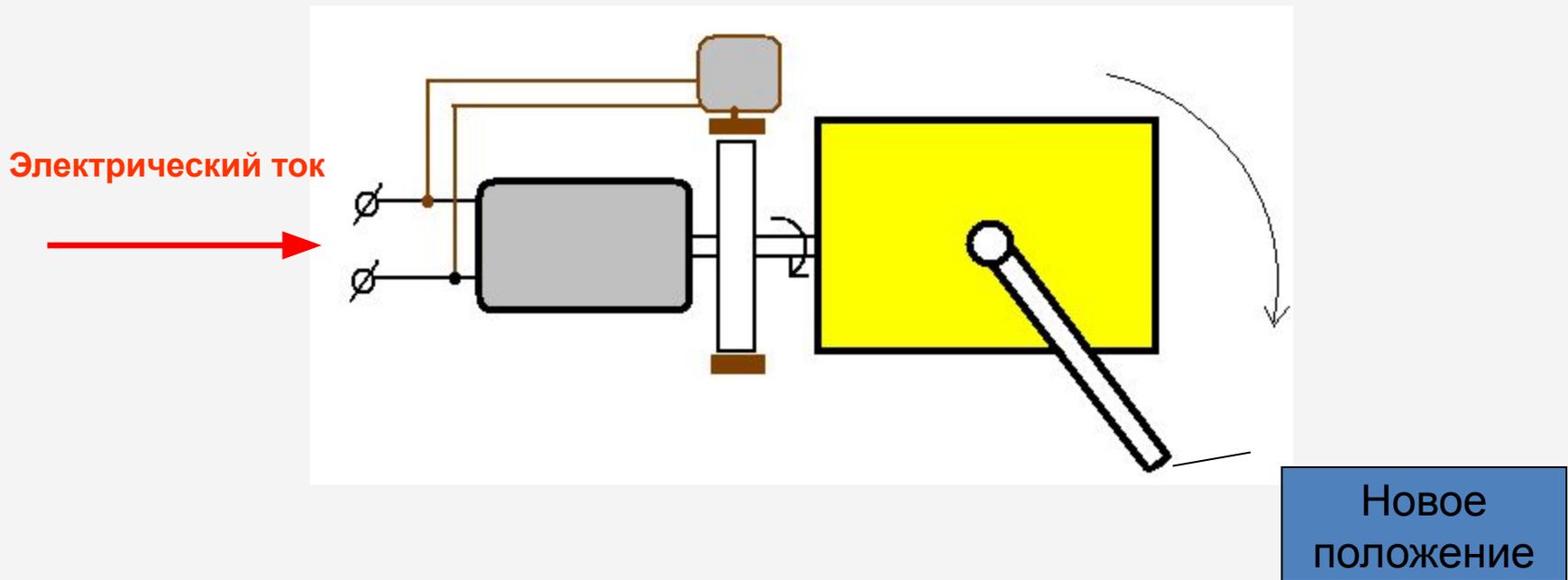
устройство

Принцип работы



На двигатель подается электрический ток.
Двигатель вращается и вращает первичный вал редуктора.

Принцип работы



Рычаг, закрепленный на выходном валу редуктора, поворачивается и перемещает рабочий орган.

Пример электропривода

МЭО-40/10-0,25-99

Состав механизма:

- электродвигатель синхронный
- тормоз механический
- редуктор червячный
- ручной привод
- блок сигнализации положения реостатный БСПР, индуктивный БСПИ, токовый БСПТ или блок концевых выключателей БКВ
- рычаг
- блок конденсаторов



Основные технические характеристики

Крутящий момент на выходном валу	- 40 Нм
Время полного хода выходного вала	- 19 с
Значение полного хода выходного вала	- 0,25 рад
Потребляемая мощность	- 240 Вт

Конспект урока

Пример сервопривода

Управляющее
устройство
сервопривода

Входы для
подключени
я датчиков
положения



Электродвигате
ль

Конспект урока

Электропривод

Этот исполнительный механизм используется для механического перемещения рабочих органов объекта управления, например, суппорта станка.

Состоит из электрического двигателя, механического редуктора, электромагнитного тормоза и рычага, который и осуществляет перемещение рабочего органа. В некоторых электроприводах имеются датчики конечных положений рабочего рычага. Редуктор служит для уменьшения числа оборотов от первичного вала ко вторичному. Тормоз нужен для точной остановки вращения первичного вала и исключает свободное вращение по инерции, что вносило бы погрешность в позиционирование рабочего рычага на выходном валу механизма.

В исходном положении тормоз фиксирует вал редуктора. Положение рабочего рычага при этом в пространстве остается фиксированным. При подаче электрического напряжения на электродвигатель одновременно подается напряжение и на электромагнитный тормоз. Тормоз отпускает вал и двигатель вращает вал редукторы. При этом рабочий рычаг на выходном валу поворачивается и перемещает рабочий орган в нужное положение. Электроприводы различаются в зависимости от конструкции на простые, которые могут перемещать рабочий орган из крайнего положения в другое крайнее и на сервоприводы, которые могут перемещать рабочий орган в любое положение в зависимости от управляющего сигнала и определять положение органа в пространстве.

Итак, мы с Вами сегодня познакомились с некоторыми исполнительными механизмами, которые используются для построения систем автоматического

[вернуться](#)

Магнитоуправляемое реле (геркон),

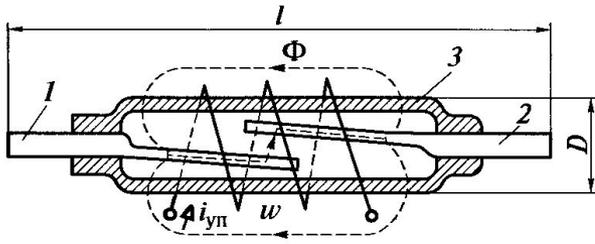


Рис. 10.4

Магнитоуправляемое реле (геркон) отличается от рассмотренных ранее, имеет контакт, располагающийся в вакууме или среде инертного газа (рис. 10.4). В стеклянную капсулу 3, заполненную инертным газом, впаяны токопроводящие пружинящие пластины 1 и 2 из ферромагнитного материала. Магнитный поток Φ , возбуждаемый током управления $i_{уп}$ в катушке с числом витков w , создает электромагнитную силу $P_{эы}$ притяжения пластин друг к другу. При достижении током управления $i_{уп}$ значения, определенного уставкой, пластины геркона замыкаются.

В поляризованных герконах токопроводящие пружинящие пластины замыкаются в зависимости от значения и направления тока управления в обмотке.

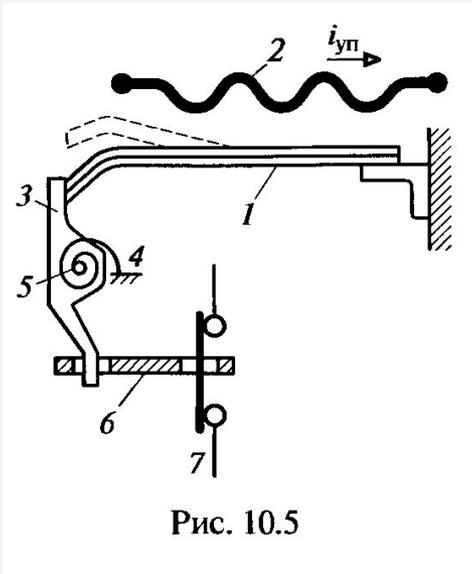
Токи, коммутируемые герконами, не превышают 1 А при напряжениях в десятки вольт.

- Инертная среда предотвращает окисление контактных сердечников. Стекланный баллон герконового реле устанавливается внутри обмотки управления, питаемой постоянным током. При подаче тока в обмотку герконового реле возникает [магнитное поле](#), которое проходит по контактным сердечникам через рабочий зазор между ними и замыкается по воздуху вокруг катушки управления. Создаваемый при этом магнитный поток при прохождении через рабочий зазор образует тяговую электромагнитную силу, которая, преодолевая упругость контактных сердечников, соединяет их между собой.
- Для создания минимального переходного сопротивления контактов, поверхности касания герконов покрывают золотом, радием, палладием или (на худой конец) серебром.
- При отключении тока в обмотке электромагнита герконового реле сила исчезает, и под действием сил упругости контакты размыкаются.
- В герконовых реле отсутствуют детали, подвергающиеся трению, а контакты сердечника многофункциональны, так как при этом выполняют одновременно функцию магнитопровода, пружины и токопровода.

Герсиконы

- С целью увеличения коммутационного тока и номинальной мощности герконовые реле имеют дополнительные дугогасительные контакты. Такие реле называются герметичные силовые контакты или герсиконы. Промышленностью выпускаются герсиконы от 6,3 до 180 А. Частота включений в час достигает 1200.
- С помощью герсиконов осуществляется пуск асинхронных двигателей мощностью до 3 кВт.

Тепловые реле.



2 - нагреватель, включенный в цепь с током управления $i_{уп}$, воздействует на биметаллический элемент 1.

3 – защелка,

4 – пружина,

5- ось, 6 – тяга,

размыкает контакты,

7 – контакты.

Тепловые реле изготавливают на основе биметаллических элементов, представляющих собой две механически скрепленные пластины из металлов с различными температурными коэффициентами линейного расширения. В качестве материала с малым температурным коэффициентом линейного расширения (вехняя пластика) применяется инвар — сплав никеля со сталью.

Принцип работы и устройство твердотельных реле

- В твердотельном реле есть управляющее напряжение (постоянное или переменное, разного уровня, зависит от типа реле), и есть
 - «контакты», которые замыкаются. Почему «контакты» в кавычках – потому что их реально нет, их роль выполняют полупроводниковые
 - (твердотельные, отсюда и название) приборы. Как правило, тиристоры или симисторы (для коммутации переменного тока) и транзисторы (для
 - постоянного тока).

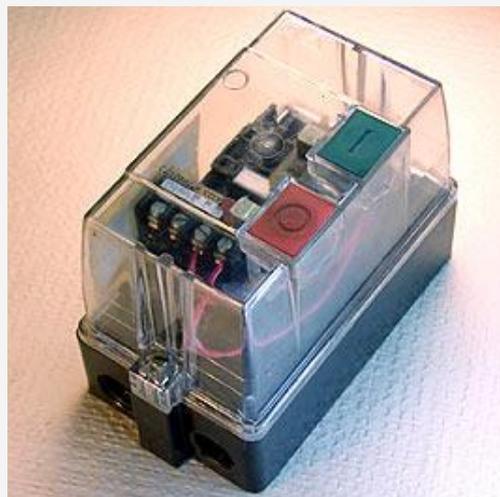
Электрические аппараты управления приёмниками электрической энергии.

- Электрические аппараты управления предназначены для оперативной коммутации электрических нагрузок приемников (электродвигателей, нагревательных устройств и др.) в нормальных режимах работы. К ним относятся контакторы, магнитные пускатели и командоаппараты. В отличие от реле они рассчитываются на коммутацию больших токов (более 5 А) при относительно высоком напряжении (до 1000 В).

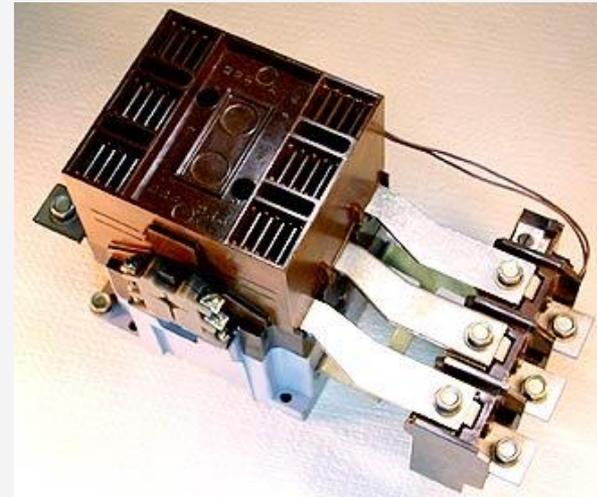
Контакты и магнитные пускатели



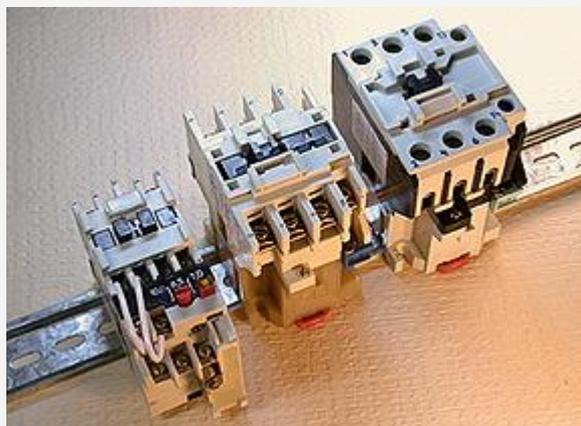
Магнитные пускатели серии ПМЕ
на токи до 25 А



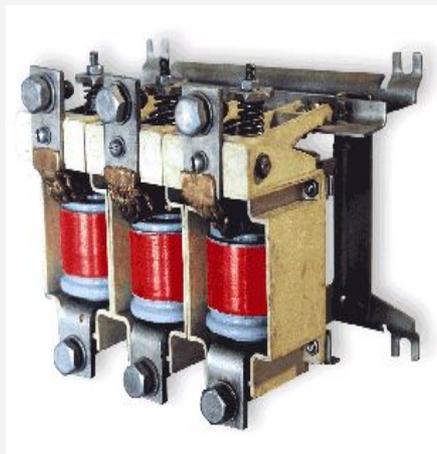
Магнитные пускатели серии
ПМП на токи до 63 А



Магнитные пускатели серии ПМА
на токи до 160 А



Магнитные пускатели серии
ПМ12 на токи до 250 А



Контакты вакуумные серии
КТМ 15 на токи до 250 А



Контакты серии КТ 6000
на токи до 1000 А



КОНТАКТОР ПОСТОЯННОГО ТОКА

Контактор – аппарат дистанционного действия, предназначенный для частых включений и отключений силовых электрических цепей при нормальных режимах работы.

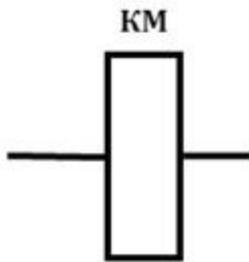
Контактор состоит из следующих основных узлов:

- **электромагнитной системы,**
- **главных контактов,**
- **дугогасительной системы,**
- **вспомогательных контактов**

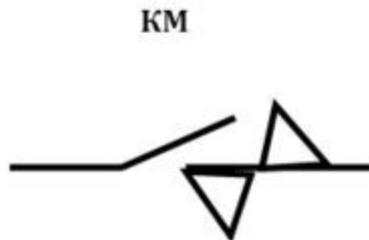


условные графические обозначения элементов контактора

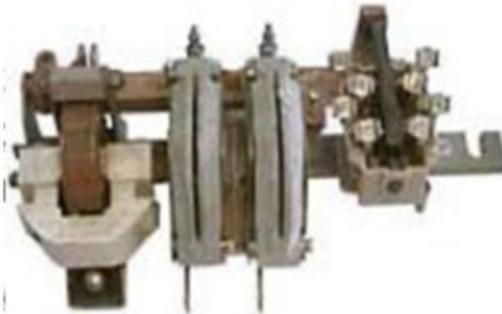
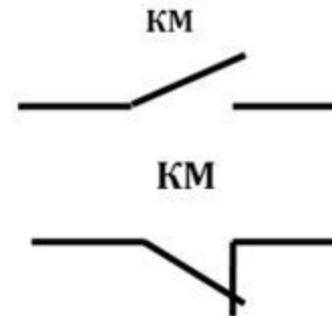
катушка



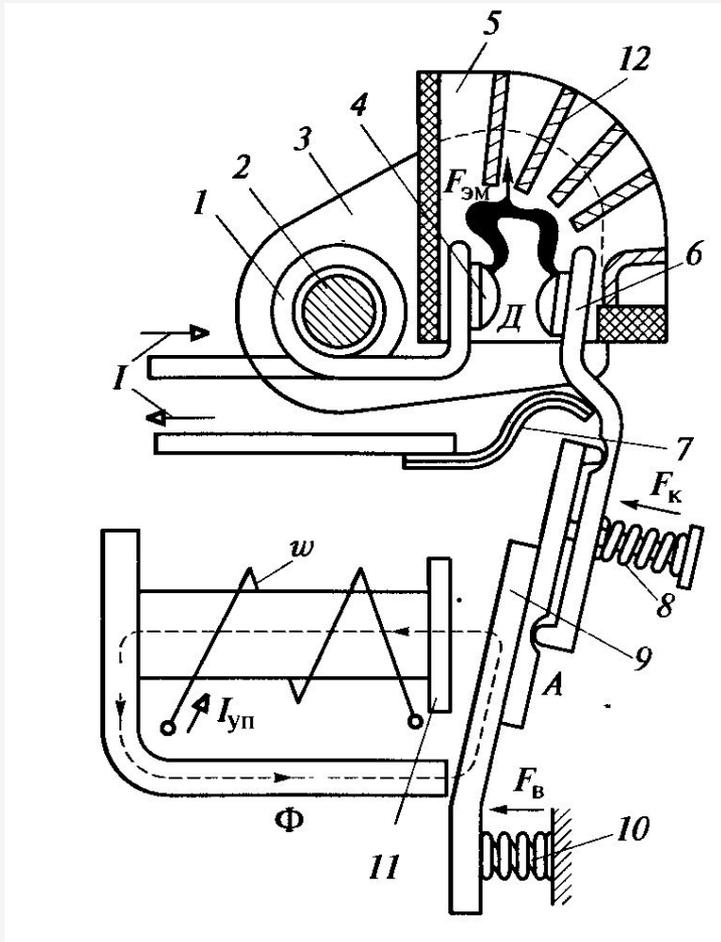
главные контакты



вспомогательные контакты



Контактор постоянного тока



10 - F_B возвратной пружины

$i_{уп}$ ток управления, Д – электрическая дуга

11 - катушка с числом витков w ,

I ток, коммутируемой цепи, 1 – катушка, включенная последовательно с коммутируемой цепью, 9 – якорь,

2 ферромагнитный сердечник,

3 полюсы в виде пластин из ферромагнитного материала, расположенные на торцах сердечника 2,

4,6 – контакты,

5 - дутьевая дугогасительная камера,

8- пружина, 10 – пружина,

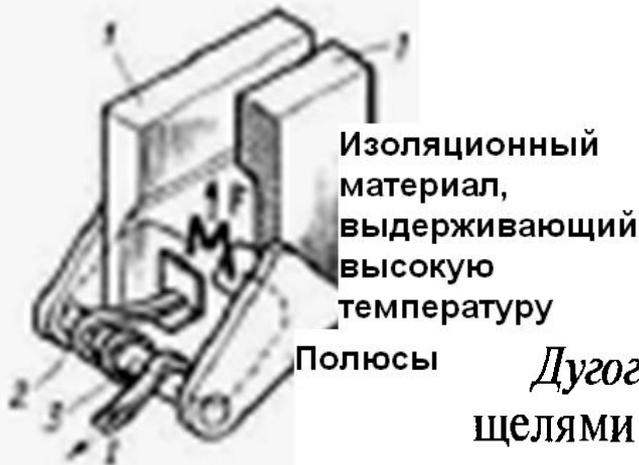
7- гибкий провод,

12 - шелевая камера (см. рис.) представляет собой объем с узкими щелями между стенками

из дугостойкого электроизоляционного

материала, например асбестоцемента.

Дугогасительная камера с электромагнитным дутьем



Щелевая камера (см. рис.) представляет собой объем с узкими щелями между стенками из дугостойкого электроизоляционного материала, например асбестоцемента

Дугогасительная решетка представляет собой объем с узкими щелями между стенок из тонких (1—3 мм) металлических пластин, на которые выдувается дуга. Гашению дуги способствует интенсивное рассеивание теплоты на пластинах, выполняющих роль радиаторов.

При включении оперативного тока управления $i_{уп}$ в цепь катушки под действием возбуждаемого им магнитного потока Φ , а следовательно, и электромагнитных сил, якорь 9, преодолев силы противодействия F_B возвратной 10 и F_K контактной 8 пружин, притянется к полюсному наконечнику 11 сердечника электромагнита.

Включение оперативного тока управления

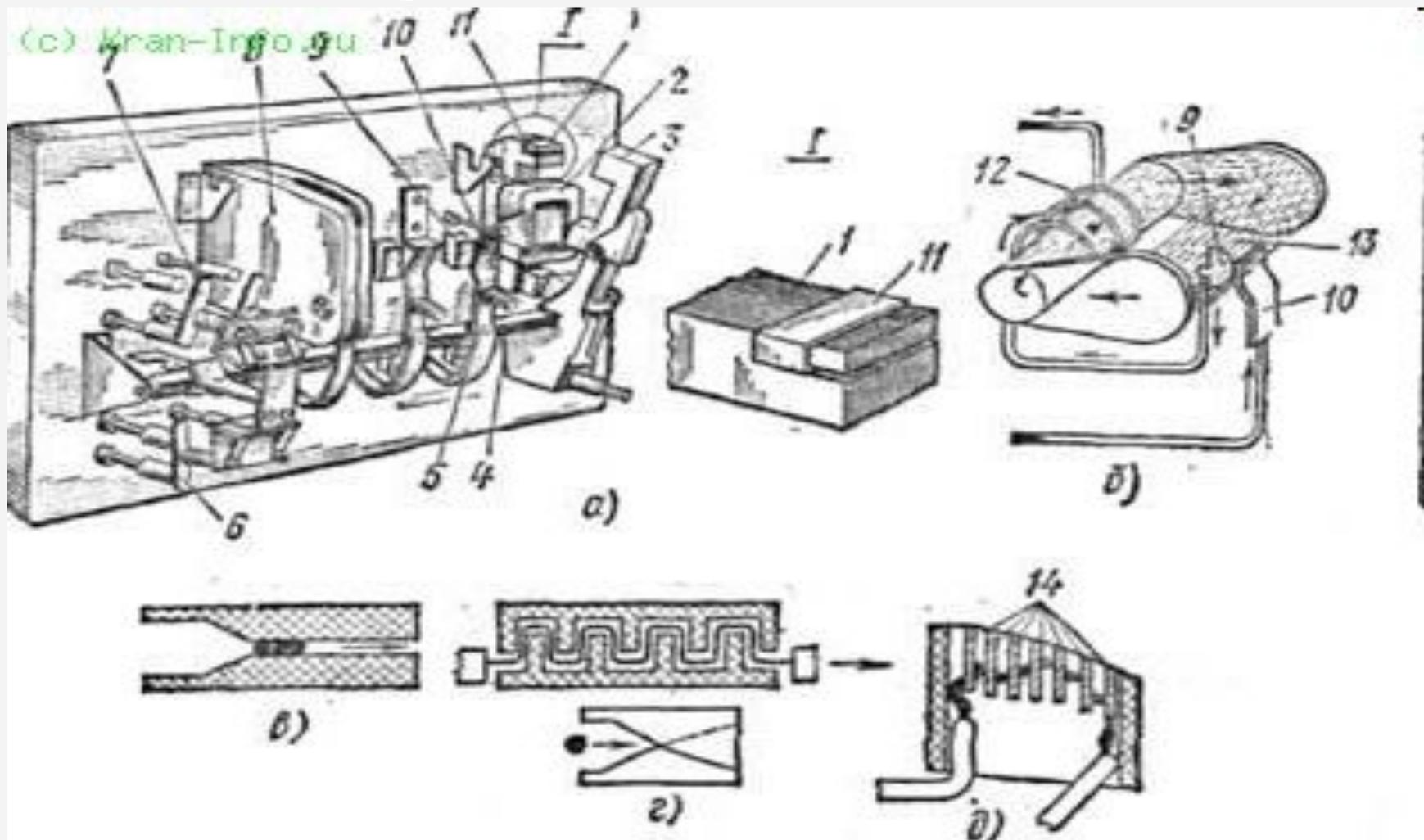
- Замыкание контактов 4 и 6 происходит до полного притяжения якоря к полюсу электромагнита. При этом контакт 6 будет поворачиваться вокруг точки А, что вызывает дополнительное сжатие контактов контактной пружины 8.
- При соприкосновении контактов происходит перекачивание подвижного контакта по неподвижному. При этом оксидные пленки на поверхности контактов частично разрушаются, уменьшая их переходное сопротивление. Для еще большего уменьшения переходного сопротивления на контактах располагают накладки из специальных материалов, например серебра. Гибкий проводник 7 изготавливается из медной фольги или гибкого провода.

Контакторы переменного тока

Предназначены для коммутации цепей переменного тока. Электромагниты этих цепей могут быть как переменного так и постоянного тока.

Применяются для управления асинхронными трёхфазными двигателями с короткозамкнутым ротором; для выведения пусковых резисторов; включения трёхфазных трансформаторов, нагревательных устройств, тормозных электромагнитов и др. электротехнических устройств.

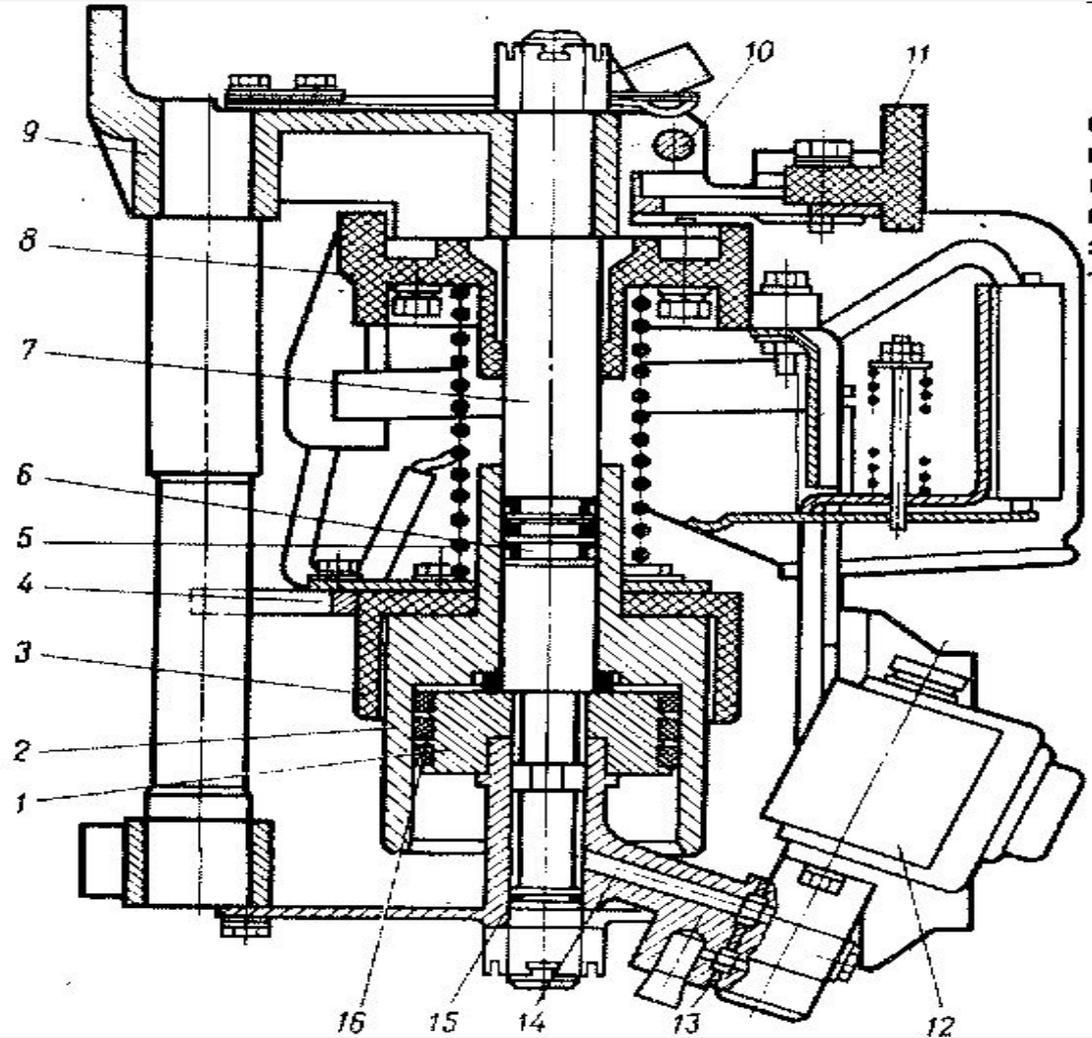
Конструкция контактора переменного тока



Конструкция контактора переменного тока

Рис. 119. Контактор
ПК-1619А:

1 — поршень; 2, 8, 11 — траверсы; 3 — цилиндр; 4 — вилка; 5 — пружина; 6, 16 — манжеты; 7 — штанга; 9 — кронштейн; 10 — ось; 12 — электропневматический всигиль; 13 — прокладка; 14 — воздухопровод; 15 — кольцо



Принцип действия контактора

На катушку управления подаётся напряжение, якорь притягивается к сердечнику и контактная группа замыкается или размыкается в зависимости от исходного состояния каждого из контактов. При отключении происходят обратные действия. Дугогасительная система контактора обеспечивает гашение электрической дуги, возникающей при размыкании главных контактов.

Магнитный пускатель -

модифицированный контактор, комплектующийся дополнительным оборудованием: тепловым реле, дополнительной контактной группой или автоматом для пуска электродвигателя, плавкими предохранителями.

Магнитный пускатель

- Магнитный пускатель (далее *пускатель*) представляет собой коммутационный аппарат, предназначенный для пуска, остановки, реверса и защиты от токов перегрузки (но не токов короткого замыкания) электродвигателей. Для выполнения защиты от токов перегрузки в пускатели встраивают тепловые реле, что является их главным отличием от контакторов. В отличие от контакторов режим работы пускателей легче.

Магнитный пускатель синусоидального тока

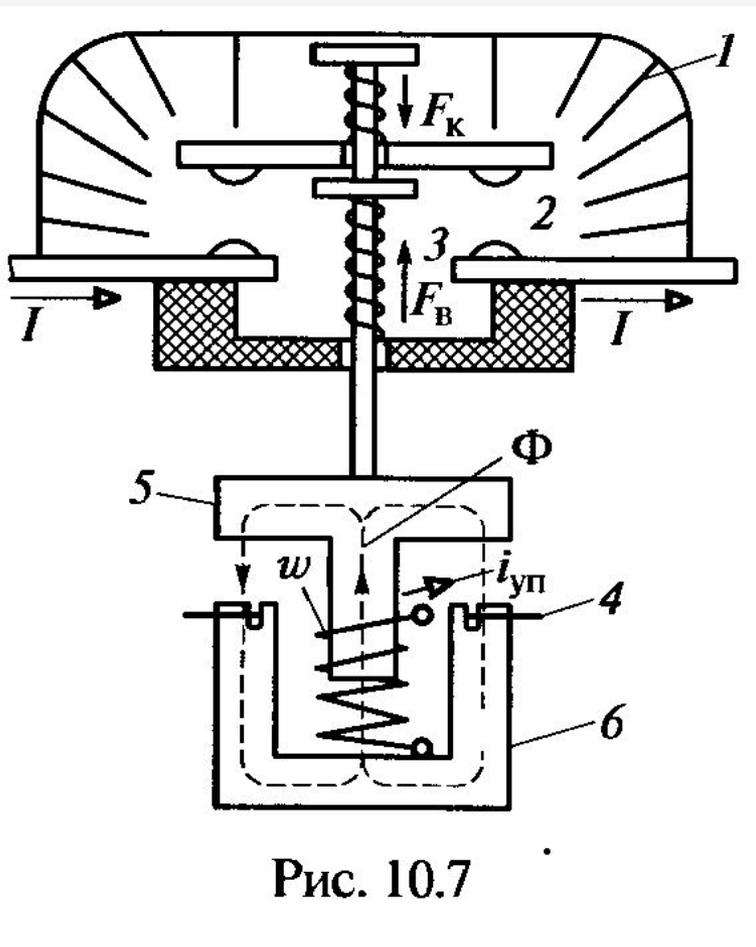


Рис. 10.7

При включении оперативного тока управления $i_{уп}$ в цепь катушки с числом витков w под действием возбуждаемого им магнитного потока Φ , а следовательно, и электромагнитных сил, якорь 5 притягивается к магнитопроводу 6 и контакты 2 и 3 замыкаются. На торцах магнитопровода располагаются короткозамкнутые витки 4, устраняющие вибрацию якоря, если в качестве оперативного тока используется синусоидальный ток. Пускатели (табл. 10.2) и контакторы с мостиковыми контактами обычно рассчитываются на номинальные токи в десятки ампер.

Конструкция магнитного пускателя

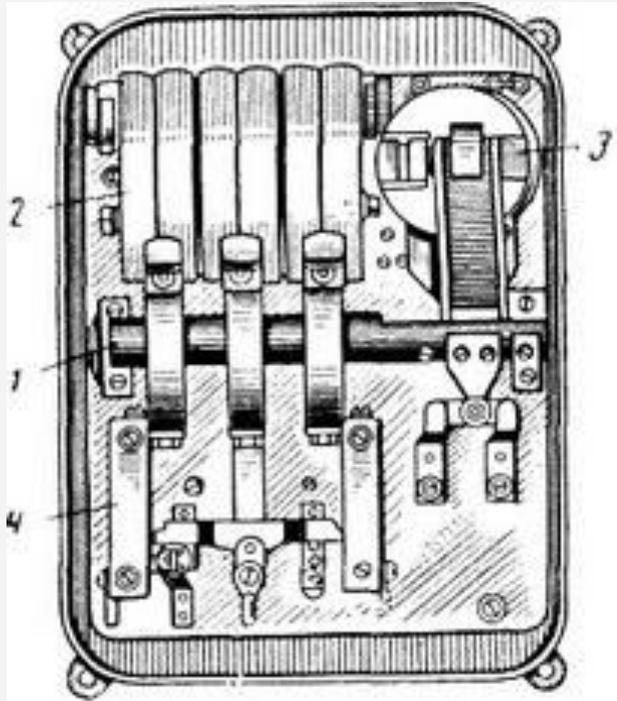


Рис. 21. Магнитный пускатель:

1 — вал контактора, 2 — дугогасящая камера, 3 — катушка, 4 — тепловое реле

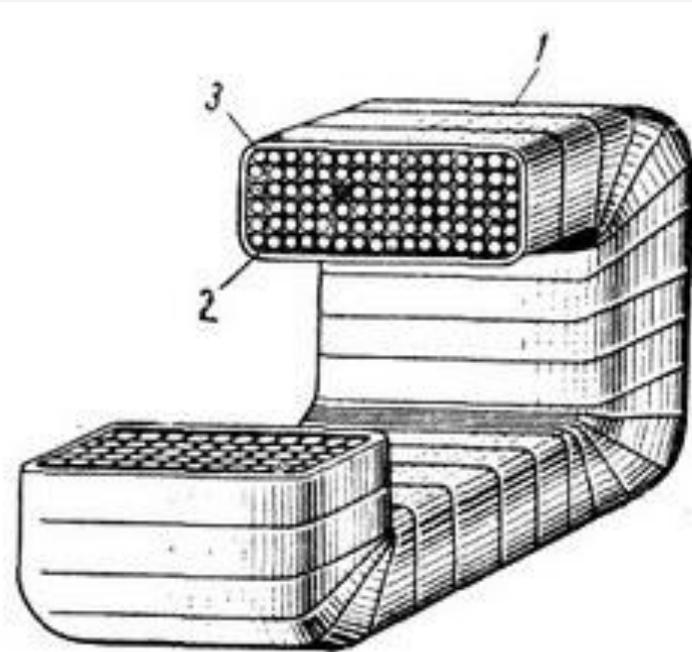
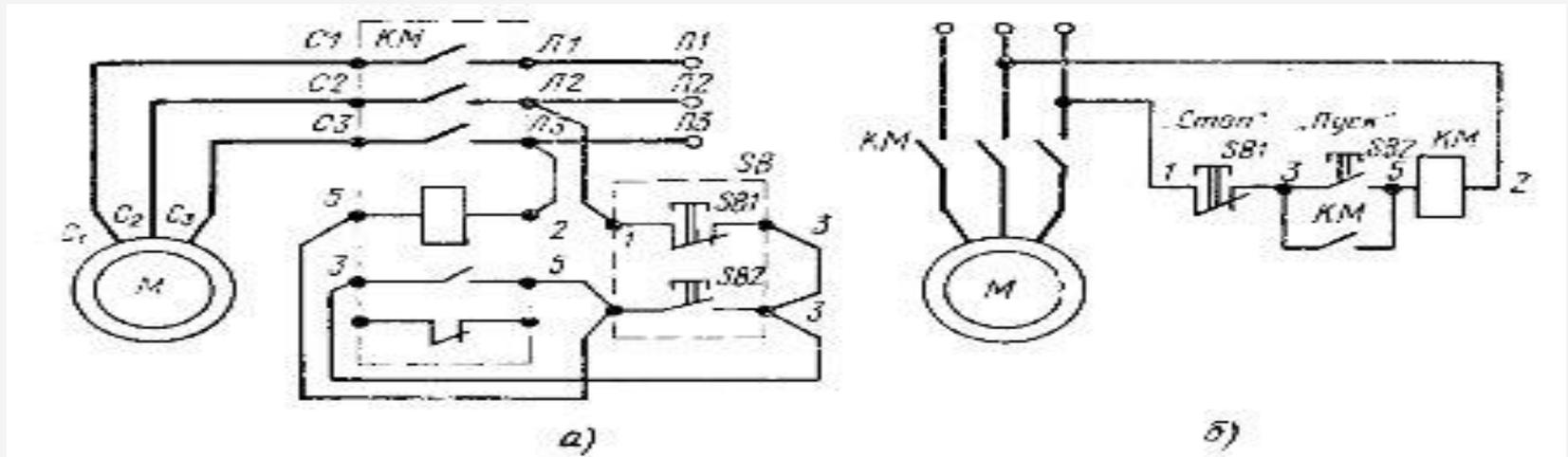


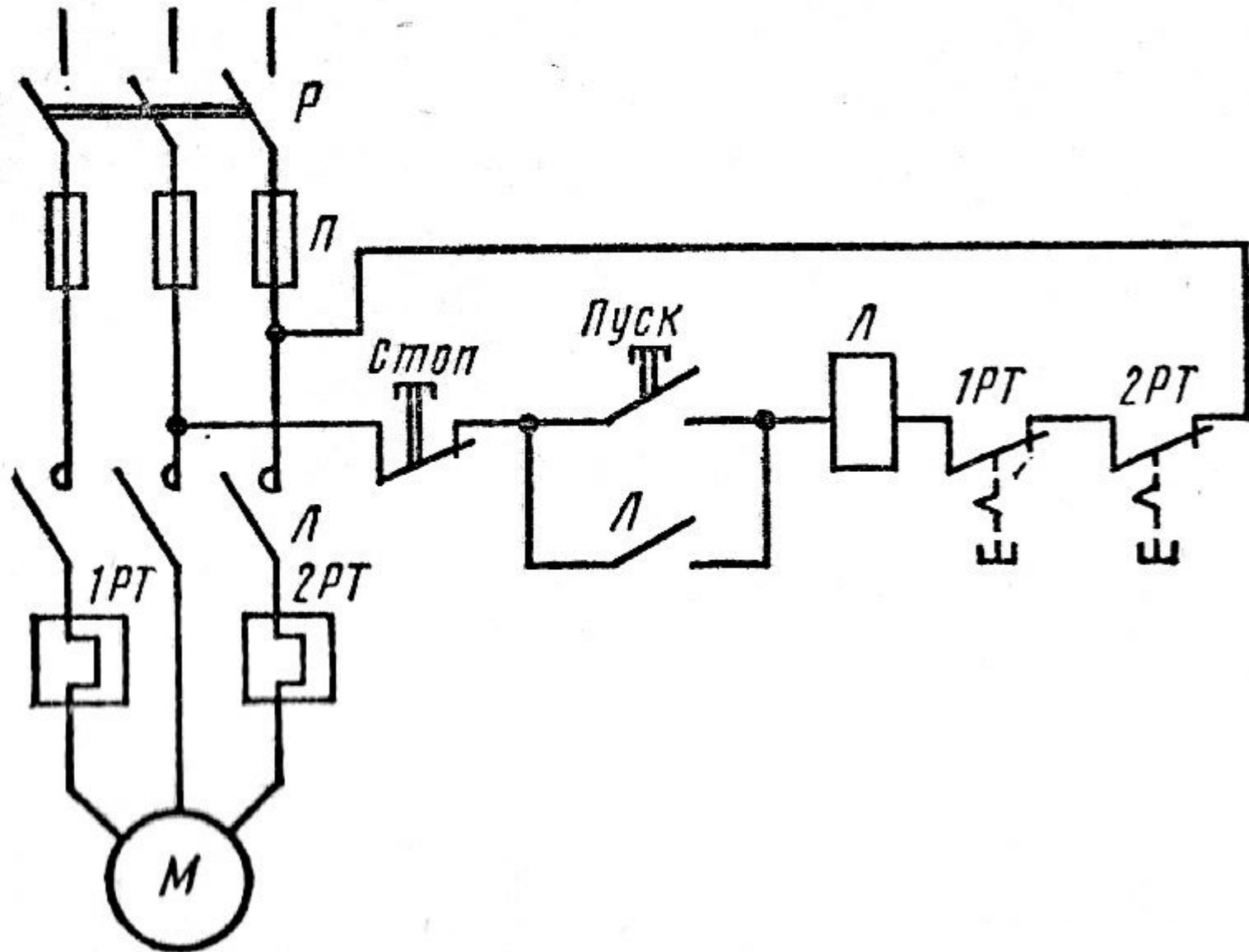
Рис. 22. Катушка магнитного пускателя:

1 — наружная изоляция из киперной ленты, 2 — межслоевая изоляция, 3 — обмотка с межслоевой изоляцией

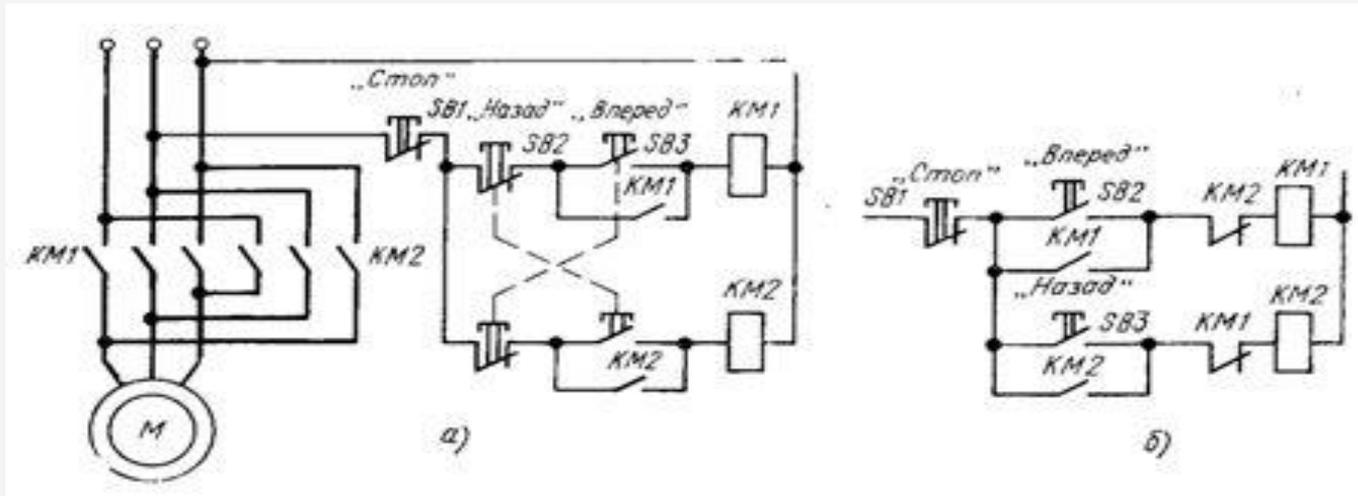
Принцип работы нереверсивного магнитного пускателя



При включении по катушке проходит электрический ток, сердечник намагничивается и притягивает якорь, при этом главные контакты замыкаются, по главной цепи протекает ток.



Принцип работы реверсивного магнитного пускателя



В реверсивном магнитном пускателе используют два контактора: KM1 и KM2. из схемы видно, что при случайном одновременном включении обоих контакторов в цепи произойдёт короткое замыкание. Для исключения этого схема снабжена блокировкой.

Магнитные пускатели

Таблица 10.2

Параметры некоторых типов пускателей компании «Шнейдер Электрик» для управления асинхронными двигателями с короткозамкнутой обмоткой ротора

Тип пускателя	Номинальное напряжение, В	Номинальная мощность двигателя, кВт	Уставка тока теплового реле, А	Уставка тока магнитного расцепителя, А	Масса, кг
GV2-DP106	400—415	0,55	1—1,6	22,5	0,686
GV2-DP108	400—415	1,5	2,5—4	51	0,696
GV2-DP120	400—415	7,5	13—18	223	0,736
GV2-DP132	500	18,5	24—32	416	0,741

Принцип предотвращения вибрации в магнитных пускателях синусоидального тока

- Принцип предотвращения вибрации в магнитных пускателях синусоидального тока заключается в следующем. Переменный магнитный поток $\Phi_{\text{осн}}$ основной обмотки $w_{\text{осн}}$, проходя через разрезанную часть сердечника, делится на две части. Часть потока Φ_2 проходит через экранированную половину полюса сечением $S_{\delta 2}$, в которой размещается короткозамкнутая обмотка (экран), а другая часть потока Φ_1 проходит через неэкранированную половину полюса сечением $S_{\delta 1}$. Поток Φ_2 наводит в короткозамкнутом витке ЭДС $e_{\text{кз}}$, которая создает ток $i_{\text{кз}}$. При этом возникает еще один магнитный поток $\Phi_{\text{кз}}$, который воздействует на магнитный поток Φ_2 и вызывает его отставание относительно потока Φ_1 по фазе на угол $\varphi = 60 \dots 80^\circ$. Благодаря этому результирующее тяговое усилие $F_{\text{г}}$ никогда не доходит до нуля, так как потоки проходят через нуль в разные моменты времени.

Командоаппараты.

- К командоаппаратам относятся кнопки управления, путевые (концевые) выключатели, контроллеры и командоконтроллеры.
- Путевые (концевые) выключатели осуществляют коммутацию цепей управления и автоматики на заданном участке пути движения управляемого механизма, например подъема груза на заданную высоту.

Контроллер

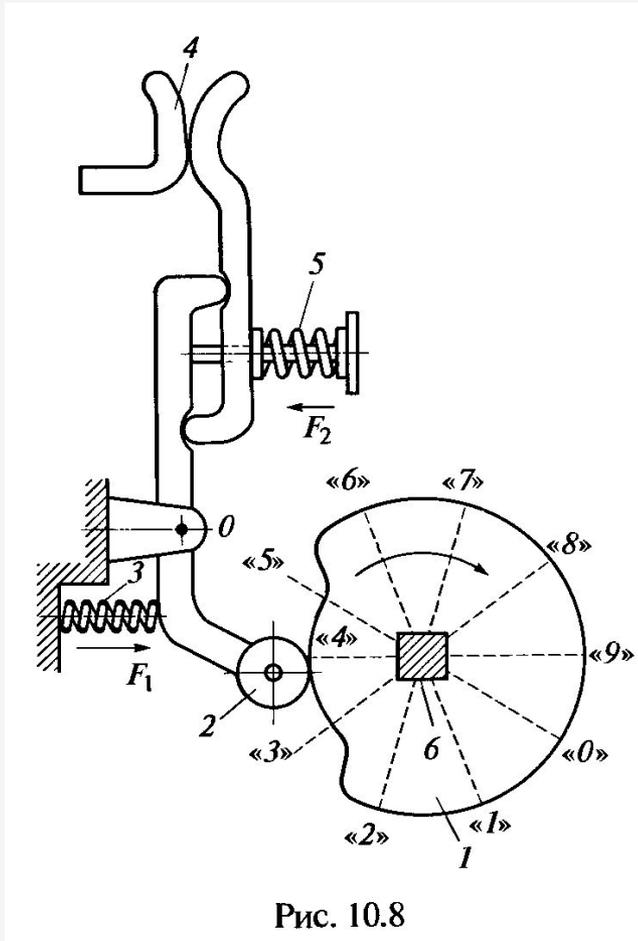


Рис. 10.8

Контроллер представляет собой многопозиционный аппарат, предназначенный для управления режимами работы приемников электрической энергии путем непосредственной **коммутации их силовых цепей**. Контроллеры осуществляют пуск, регулирование частоты вращения, реверсирование и останов двигателя. Обычно контроллер (рис. 10.8) имеет общий вал 6, на котором последовательно насажены диски различного профиля (на рис. 10.8 показан один диск 7)

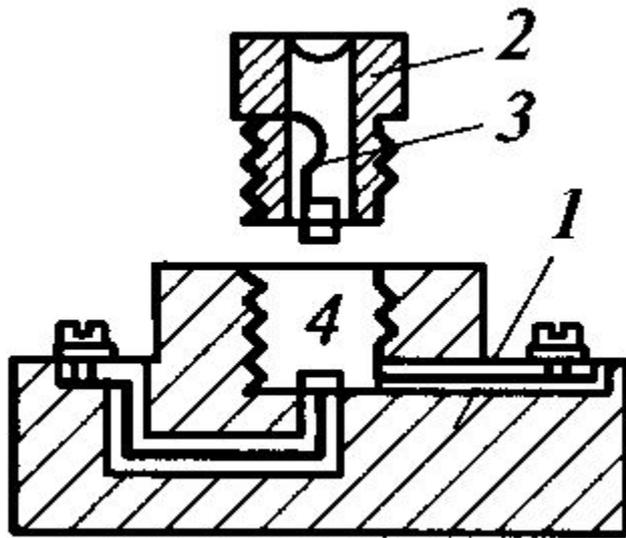
Командоконтроллер

- Командоконтроллер в отличие от контроллера представляет собой многопозиционный автомат **для коммутации цепи оперативных токов катушек управления контакторов, главные контакты которых включены в силовые цепи приемников электрической энергии.**

Аппаратура управления и защиты

- Электрические аппараты управления и защиты предназначены для коммутации цепей снабжения электроэнергией электроустановок и защиты их в аварийных режимах. К ним относятся плавкие предохранители, автоматические выключатели, рубильники, пакетные выключатели, кнопки, устройства защитного отключения (УЗО).

Плавкие предохранители.



Для напряжений до 250 В и токов до 60 А применяют пробочные предохранители (рис. 10.9). Пробочный предохранитель состоит из основания 1, в которое ввертывается сменяемая при перегорании вставка 2, опирающаяся на неподвижный контакт 4. Пробка изготовлена из керамического материала и снабжена двумя металлическими контактами, между которыми припаяна плавкая вставка 3.

Для защиты электронных приборов (компьютеров, телевизоров и др.) применяют быстродействующие предохранители в виде тонкого слоя металла (серебра), напыленного на электроизоляционную основу.

Предохранители

Плавкий предохранитель — простейшее устройство для защиты электрических цепей и потребителей электрической энергии от токов короткого замыкания. Он состоит из одной или нескольких плавких вставок, изолирующего корпуса и выводов для присоединения плавкой вставки к электрической цепи. Некоторые плавкие предохранители наполняют кварцевым песком для лучшего охлаждения плавкой вставки и гашения дуги; иногда они имеют индикаторы срабатывания. Плоские вставки имеют зауженные участки, которые расплавляются в первую очередь. Плавкий предохранитель включается последовательно в электрическую цепь и при расплавлении вставки размыкает её.

Наиболее распространенными предохранителями, применяемыми для защиты электроустановок напряжением до 1000 В, являются:

ПР – предохранитель разборный;

НПН – насыпной предохранитель, неразборный;

ПН2 – предохранитель насыпной, разборный.



Коммутационные и защитные аппараты

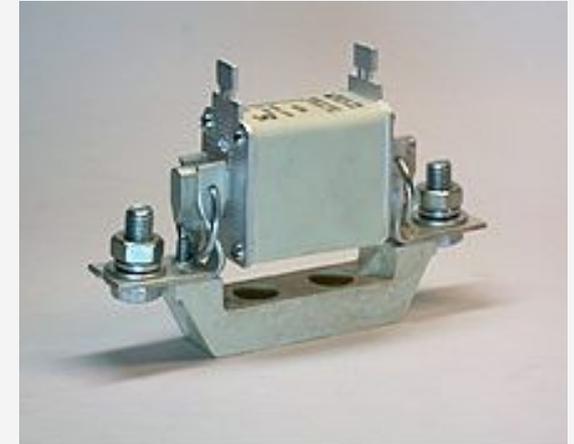
Предохранители



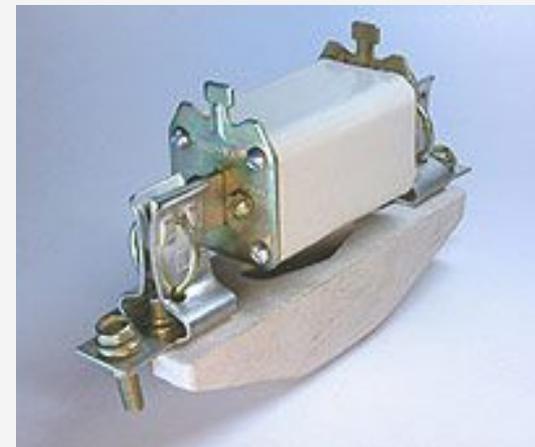
Предохранитель ПРС



Предохранитель НРН 2-60



Предохранитель ПРН с контакт-основанием



Предохранитель ПН2 с контакт-основанием и устройством для его замены



Автоматические выключатели (автоматы).

- Автоматы предназначены для отключения поврежденных участков электрической сети при возникновении в них аварийного режима, например короткого замыкания, понижения напряжения и пр. В отличие от контактора автомат имеет измерительное устройство (расцепитель), определяющий режим работы сети и дающий сигнал на отключение. Если контактор рассчитан лишь на отключение токов перегрузки (до нескольких килоампер), то автомат должен отключать токи короткого замыкания (до нескольких десятков и даже сотен килоампер).

Типы автоматов

- Различают автоматы универсальные, быстродействующие и гашения магнитного поля генераторов большой мощности.
- *Универсальные автоматы предназначены для защиты установок постоянного и синусоидального токов. Конструкция и электрическая схема автомата приведены на рис. 10.10. В указанном положении автомат отключен и силовая электрическая цепь между выводами А и В разомкнута.*

Универсальные автоматы

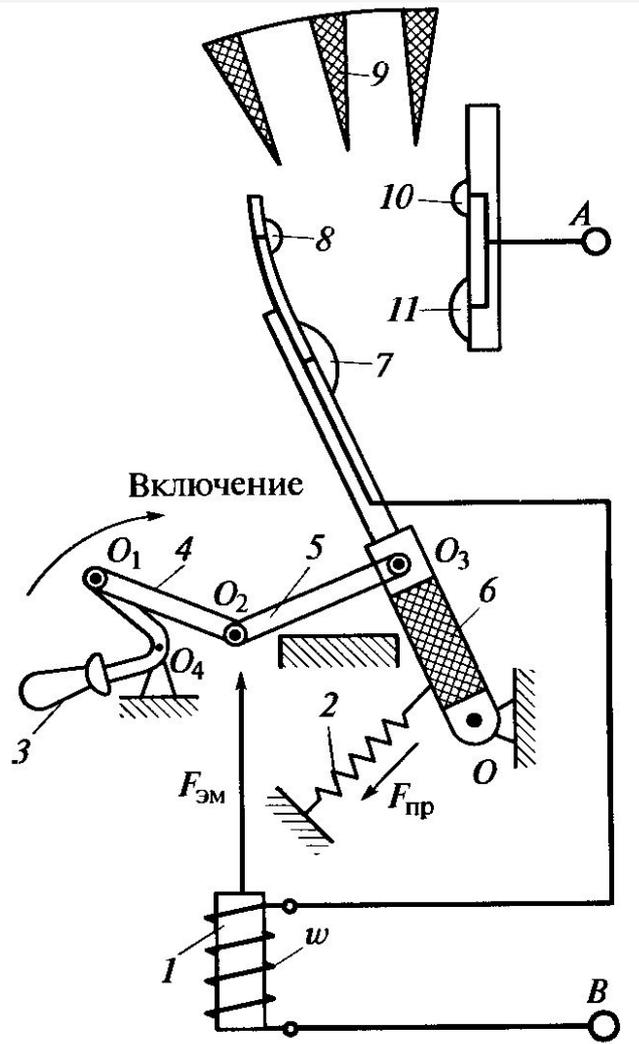


Рис. 10.10

Включение автомата осуществляется вращением вручную рукоятки 3 вокруг неподвижной оси O , по направлению движения часовой стрелки. При этом рычаги 4 и 5 будут вращать рычаг 6 вокруг неподвижной оси O в том же направлении. Замыкают цепь сначала дугогасительные 8 и 10, а затем главные 7 и 11 контакты автомата. Одновременно при включении автомата взводится отключающая пружина 2. При токе короткого замыкания в катушке w электромагнита якорь 1 под действием электромагнитной силы $F_{ЭМ}$

Быстродействующие автоматы

- Быстродействующие автоматы предназначены для защиты установок постоянного тока. Их время отключения составляет тысячные доли секунды и достигается применением поляризованных электромагнитных устройств, интенсивных дугогасительных устройств, а также упрощением кинематической схемы аппарата в системе взаимодействия измерительного элемента (расцепителя) и контактов

Автоматические выключатели



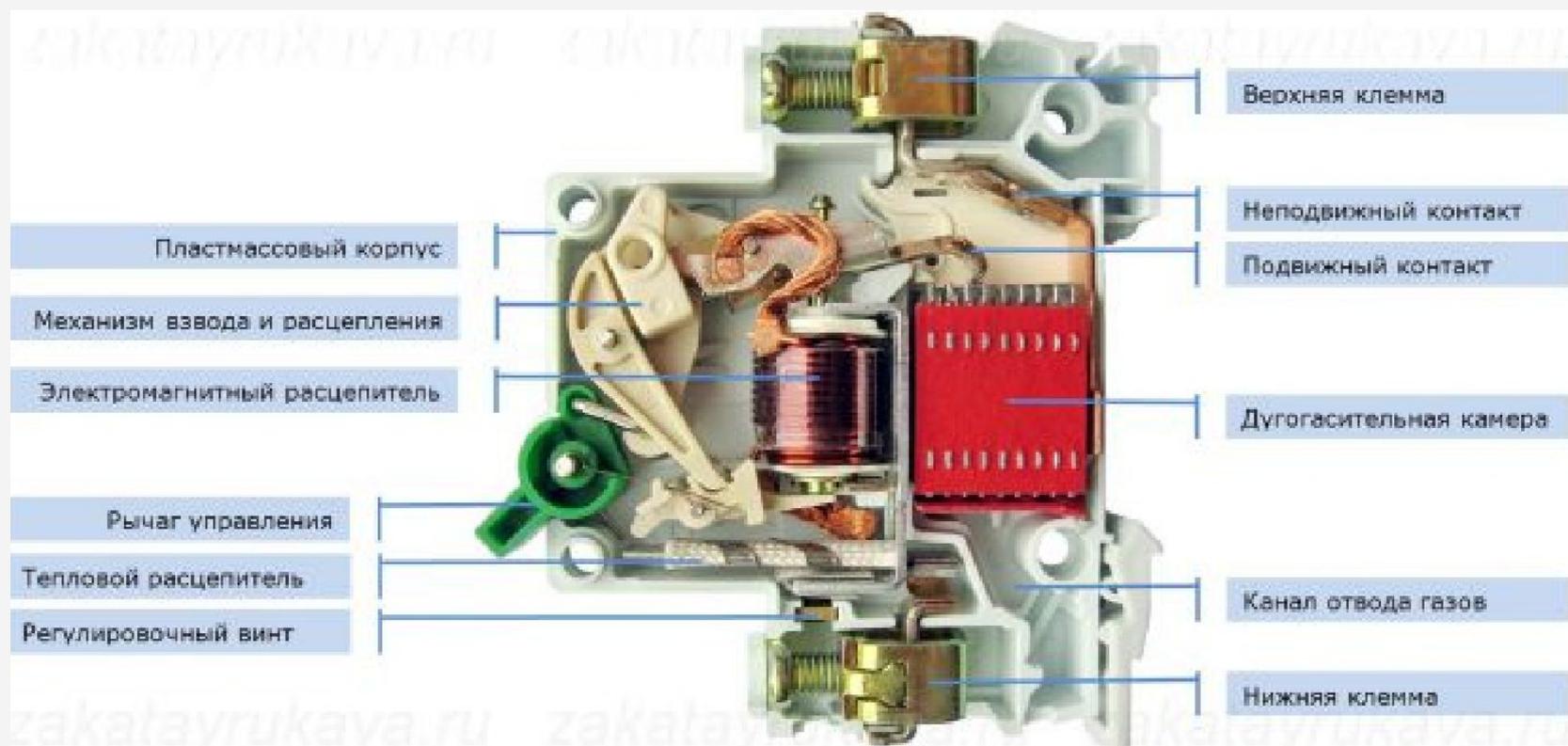
конструкция

и принцип работы

www.elektrik-sam.info

Конструкция автоматического выключателя

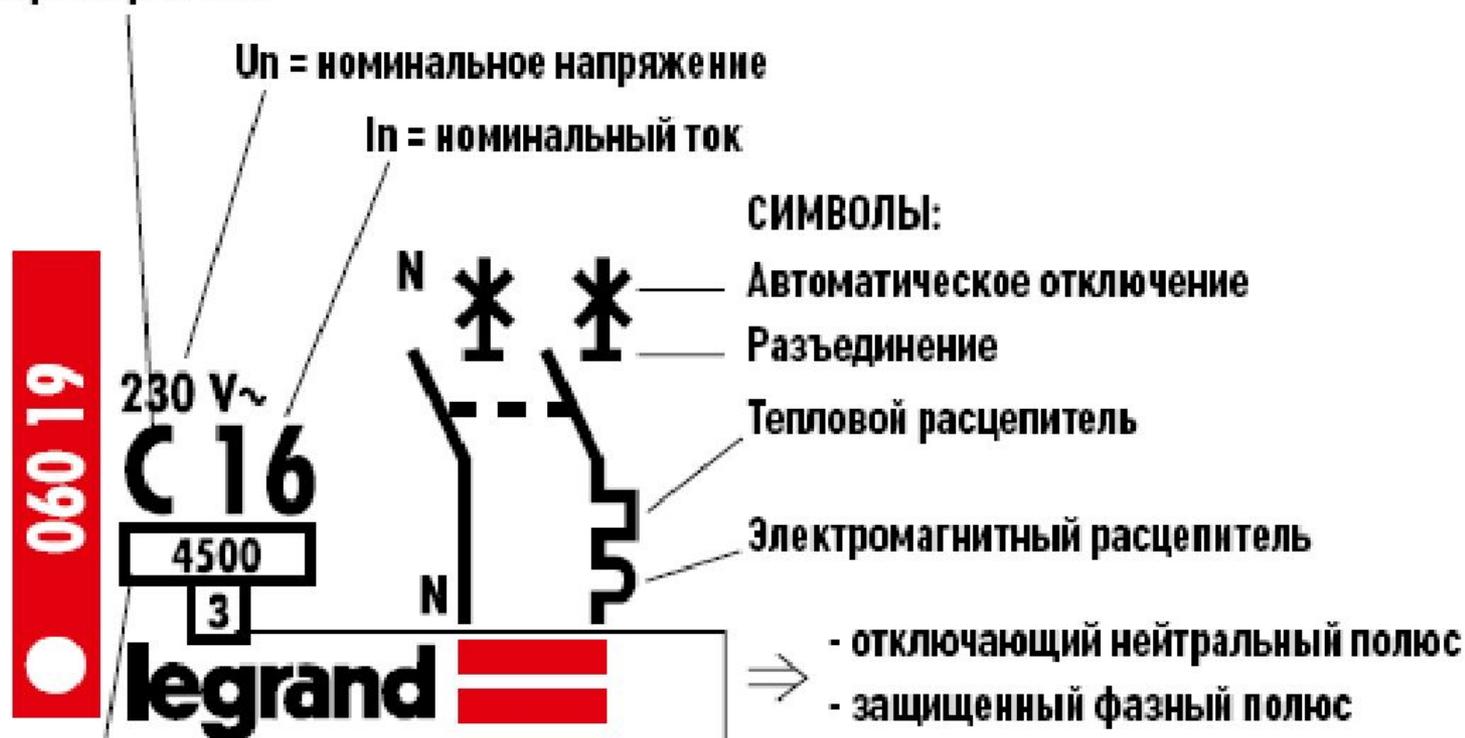




<http://zakatayrukava.ru/stroitelstvoiremont/elektrosnabzhenie/86-ustroystvo-avtomata.html>

Маркировка автоматического выключателя

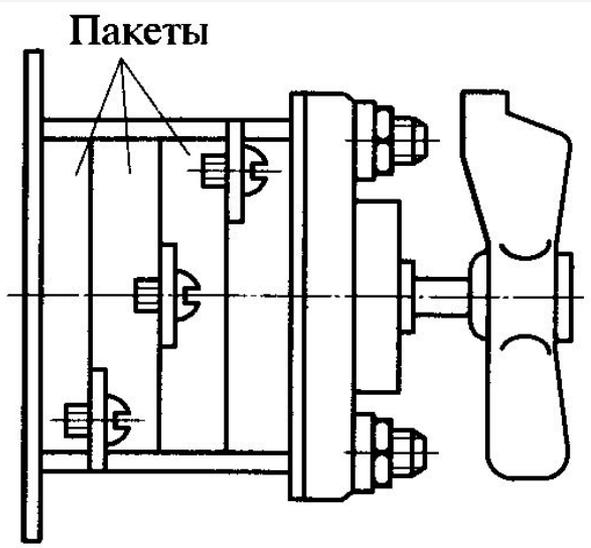
Тип время-токовой характеристики



Отключающая способность
согласно ГОСТ Р 50345-99 (EN 60898)

Класс токоограничения

Пакетные выключатели



Такие выключатели предназначены для одновременного включения и отключения вручную нескольких цепей. Их набирают из неподвижных соосно-расположенных колец (пакетов) из электроизоляционного материала, внутри каждого из которых устанавливают коммутирующее устройство, связанное с общим валом (рис. 10.11).

Рубильники

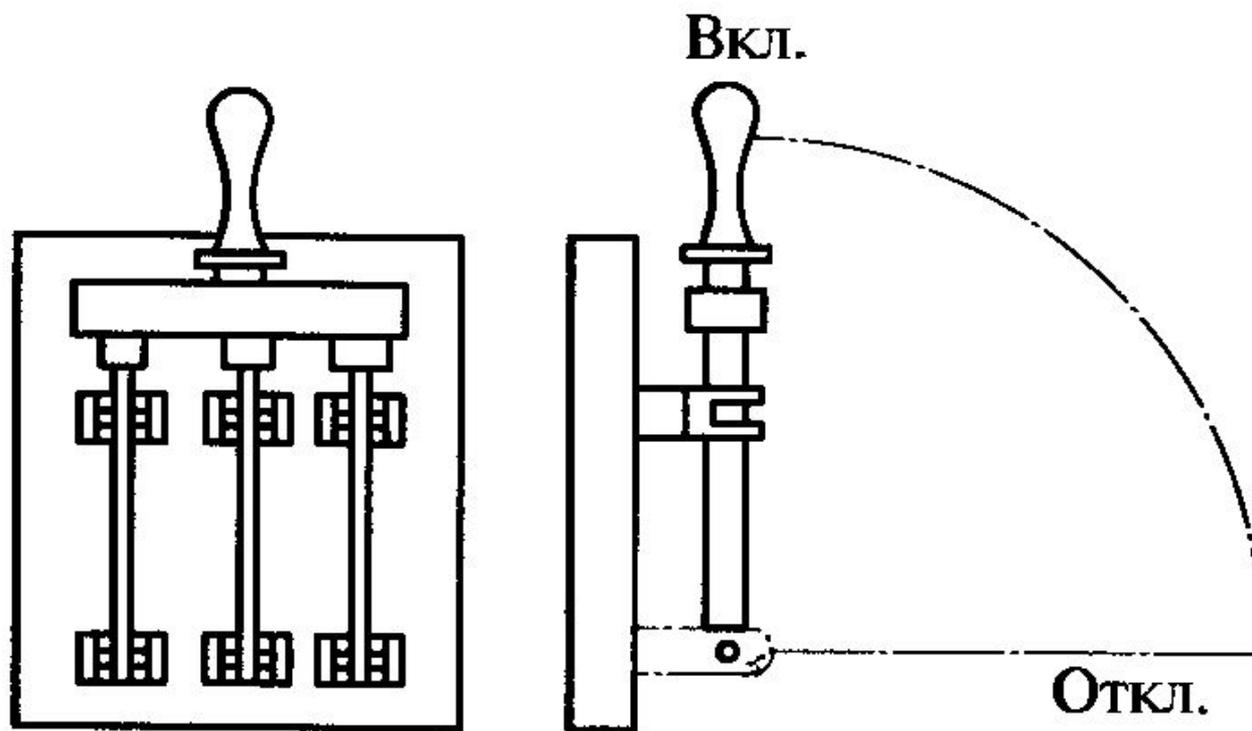


Рис. 10.12

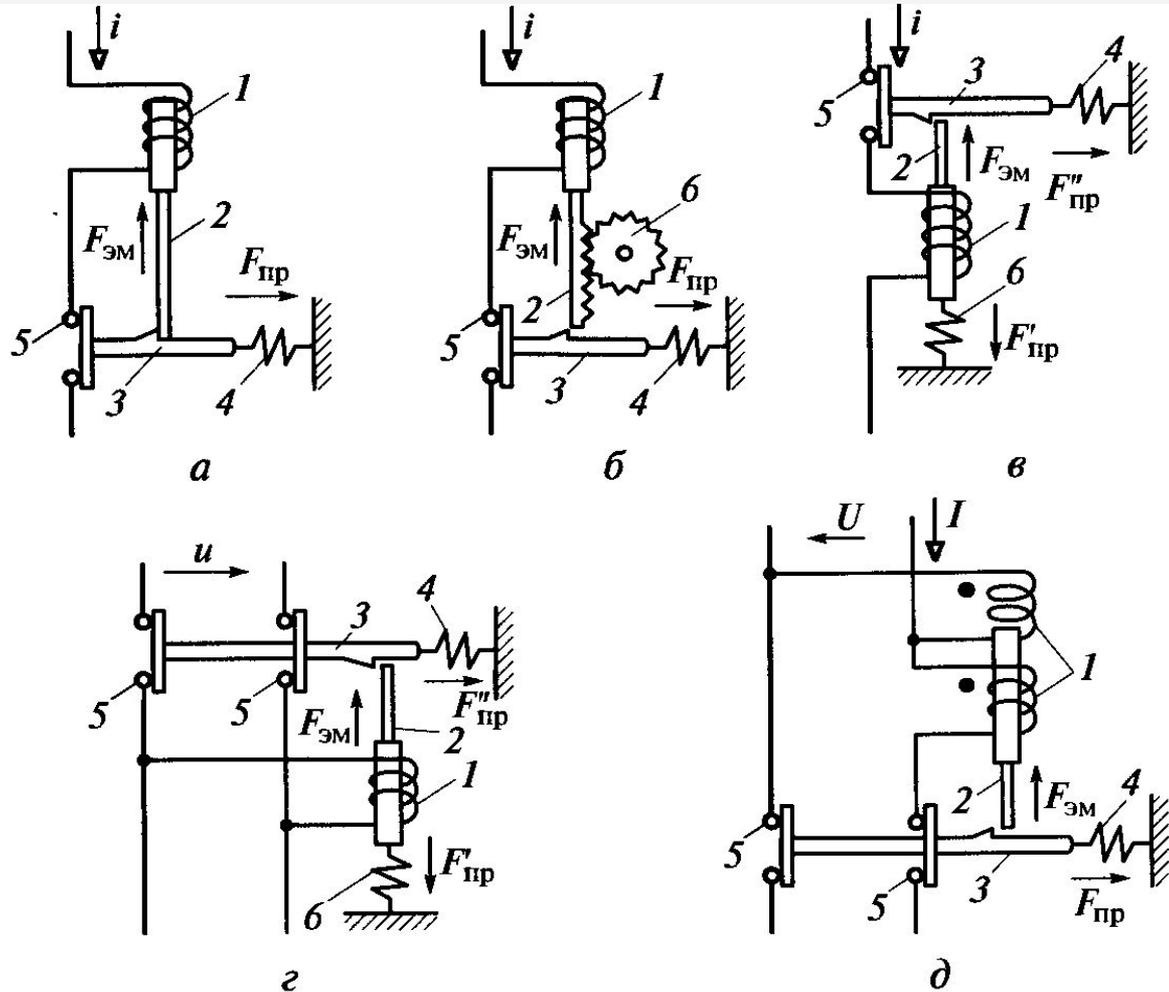
Кнопки управления

- Кнопки применяют для дистанционного управления электрическими аппаратами. Они могут выполняться как с самовозвратом в исходное положение, так и без него. Несколько кнопок, конструктивно оформленные в одном корпусе, образуют кнопочную станцию.

Расцепители автоматов

- Расцепители в автоматах измеряют и контролируют значение электрической величины, определяющей режим работы защищаемой цепи и дают сигнал на отключение автомата при достижении этой величиной заданного значения уставки (ток срабатывания, напряжение срабатывания и т.д.). Значение тока уставки можно регулировать в достаточно широких пределах. Это позволяет осуществлять селективную защиту электрических сетей с помощью автоматов.
- В зависимости от назначения автомата в него встраиваются различные расцепители.

Расцепители автоматов



а Расцепитель максимального тока п

б Расцепители с устройством выдержки времени

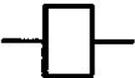
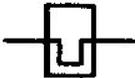
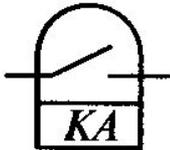
в Расцепитель минимального тока

г Расцепитель минимального напряжения

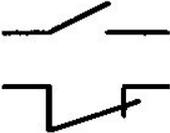
д Расцепитель обратной мощности

Рис. 10.13

УГО

Условное обозначение	Наименование	Условное обозначение	Наименование
	Обмотка контактора, реле, пускателя		Обмотка теплового реле
	Выключатель автоматический		Реле, например, тока с замыкающим контактом

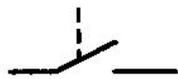
УГО

Условное обозначение	Наименование	Условное обозначение	Наименование
	<p>Контакты реле:</p> <p>закрывающие</p> <p>открывающие</p>		<p>Закрывающие контакты:</p> <p>с выдержкой времени при срабатывании</p>
	<p>Контакты контактора, пускателя, контроллера:</p> <p>закрывающие</p> <p>открывающие</p>	 	<p>то же при возврате</p> <p>Открывающие контакты:</p> <p>с выдержкой времени при срабатывании</p>

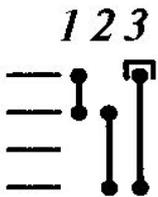
УГО



Плавкий предо-
хранитель



Включатель путе-
вой или конечный
с замыкающим
контактом



Контроллер на три
положения и на
четыре направле-
ния



то же при возврате

Кнопки самовоз-
врата:



с замыкающим
контактом



с размыкающим
контактом

Шаговый двигатель

- **Шаговый электродвигатель** — это синхронный бесщёточный электродвигатель с несколькими обмотками, в котором ток, подаваемый в одну из обмоток статора, вызывает фиксацию ротора. Последовательная активация обмоток двигателя вызывает дискретные угловые перемещения (шаги) ротора.

Шаговый двигатель



Шаговый электродвигатель с интегрированным контроллером



В машиностроении наибольшее распространение получили высокомоментные двухфазные гибридные шаговые [электродвигатели](#) В машиностроении наибольшее распространение получили высокомоментные двухфазные гибридные шаговые электродвигатели с угловым перемещением $1,8^\circ/\text{шаг}$ (200 шагов/оборот) или $0,9^\circ/\text{шаг}$ (400 шаг/об). Точность выставления шага определяется качеством механической обработки [ротора](#) В машиностроении наибольшее распространение получили высокомоментные двухфазные гибридные шаговые электродвигатели с угловым

Конструктивные особенности

- Конструктивно шаговые электродвигатели состоят из [статора](#), на котором расположены обмотки возбуждения, и ротора, выполненного из магнито-мягкого или из магнито-твёрдого материала. Шаговые двигатели с магнитным ротором позволяют получать большой крутящий момент и обеспечивают фиксацию ротора при обесточенных обмотках.
- Таким образом по конструкции ротора выделяют следующие разновидности шагового двигателя^[1]:
- с постоянными магнитами (ротор из магнитотвердого материала);
- реактивный (ротор из магнитомягкого материала);
- гибридный.
- Гибридные двигатели сочетают в себе лучшие черты двигателей с переменным магнитным сопротивлением и двигателей с постоянными магнитами.

Применение

- Шаговые электродвигатели применяются в приводах машин и механизмов, работающих в старт стопном режиме, или в приводах непрерывного движения, где
- управляющее воздействие задаётся последовательностью электрических импульсов,
- например, в станках с ЧПУ. В отличие от сервоприводов, шаговые приводы позволяют получать точное
- позиционирование без использования обратной
- связи от датчиков углового положения.
- Шаговые двигатели применяются в устройствах компьютерной памяти — НГМД, НЖМД, устройствах чтения оптических дисков.

Преимущества и недостатки

- **Преимущества** Главное преимущество шаговых приводов — точность. При подаче потенциалов на обмотки шаговый двигатель повернется строго на определенный угол.
К приятным моментам можно отнести стоимость шаговых приводов, в среднем в 1,5-2 раза дешевле [сервоприводов](#). Шаговый привод, как недорогая альтернатива сервоприводу, наилучшим образом подходит для автоматизации отдельных узлов и систем, где не требуется высокая динамика.
- **Недостатки** Возможность «проскальзывания» ротора.

Принцип работы

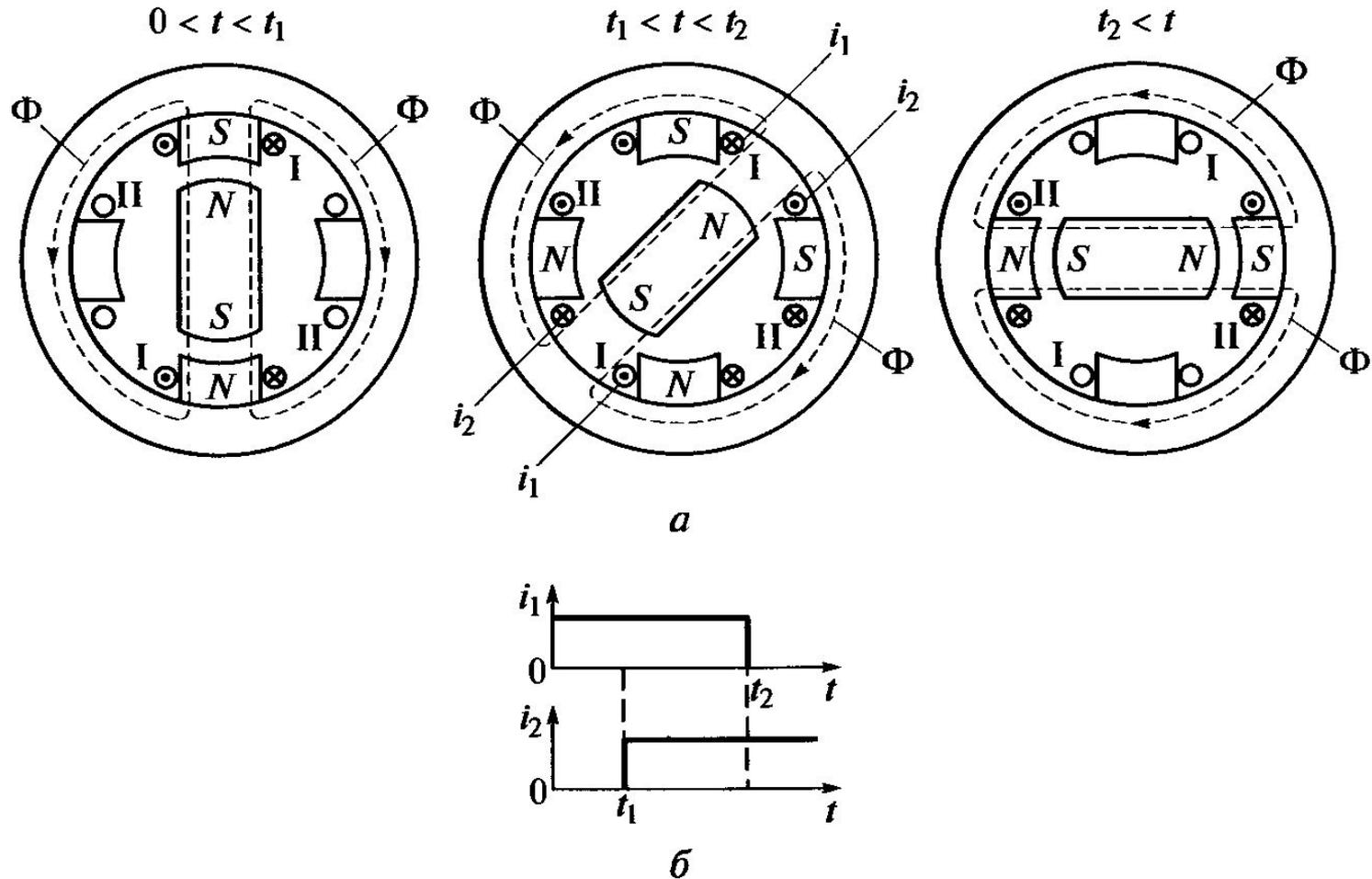
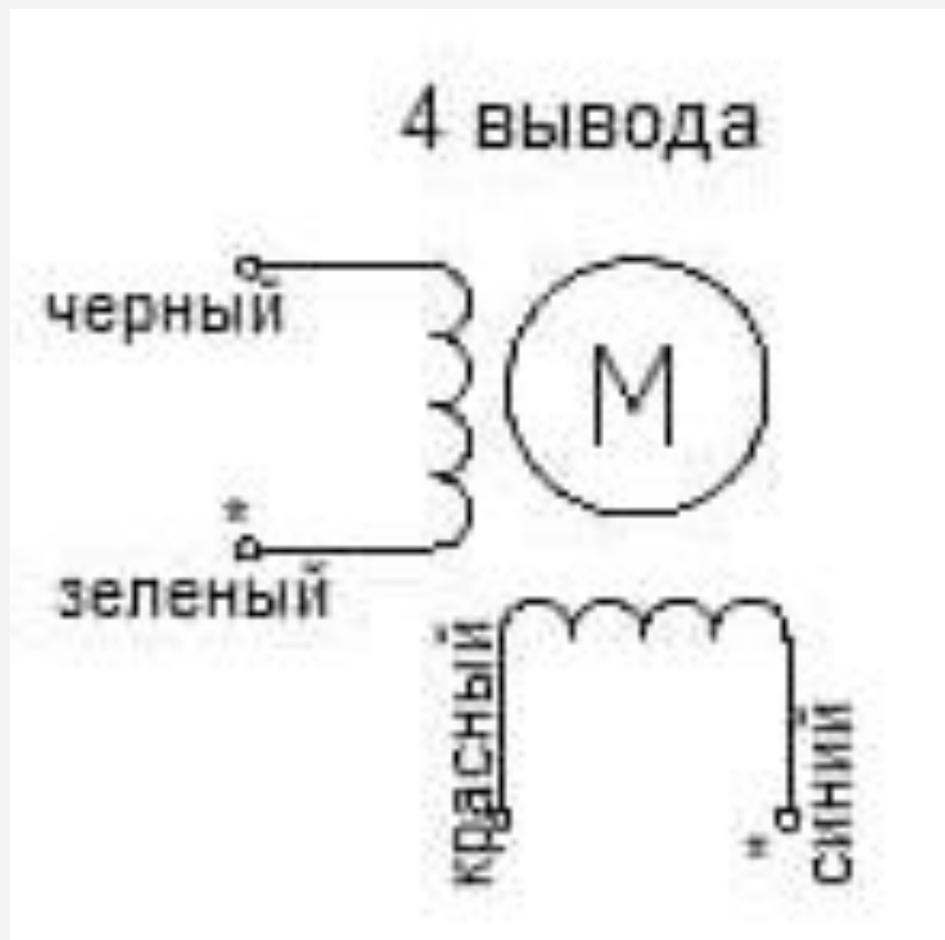


Рис. 10.14

Принцип работы

- Статор ШД имеет явно выраженные полюсы с обмотками. Ротор также имеет явно выраженные полюсы и изготавливается в виде постоянного магнита или электромагнита постоянного тока. На рис. 10.14, а приведены конструкция ШД с числом пар полюсов на статоре $p = 2$ и роторе $p = 1$ и позиции ротора для временной диаграммы токов в обмотках статора (рис. 10.14, б). При наличии только токов i_1 в обмотках полюсов статора I магнитный поток статора направлен по оси его полюсов, с которой будет совпадать ось полюсов ротора. При наличии токов i_1 и i_{12} в обмотках полюсов статора I и II результирующий магнитный поток статора повернется в направлении вращения часовой стрелки на угол $\pi/4$. На этот же угол повернется и ротор. При наличии только токов i_2 в обмотках полюсов статора II ротор повернется еще на угол $\pi/4$ в направлении вращения часовой стрелки.

Принцип работы



Сервопривод

- **Сервопривод** (следящий привод) — привод с управлением через отрицательную обратную связь, позволяющую точно управлять параметрами движения, например рулевое управление и тормозная система на тракторах и автомобилях), однако **термин «сервопривод» чаще всего используется для обозначения электрического привода с обратной связью по положению, применяемого в автоматических системах для привода управляющих элементов и рабочих органов.**

УЗО

Основным назначением, которое возлагается на УЗО, является защита человека от поражения электрическим током. Вторым немаловажным свойством этих устройств является защита от возгорания и пожара. Устройства защитного отключения обязательно следует устанавливать в жилом фоне (домах, квартирах), особенно во влажных помещениях таких как ванны, сауны и т.п...

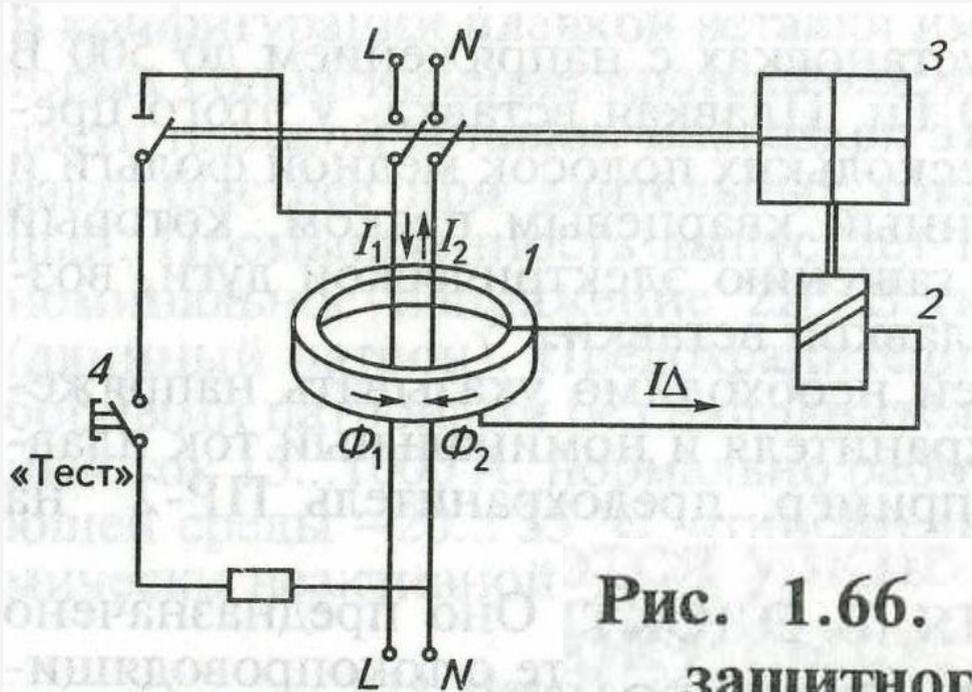


Рис. 1.66. Структура устройства защитного отключения УЗО:

1 — датчик дифференциального тока;
2 — блок управления с пороговым элементом; *3* — исполнительный механизм; *4* — цепь тестирования

Блок управления УЗО - поляризованное реле

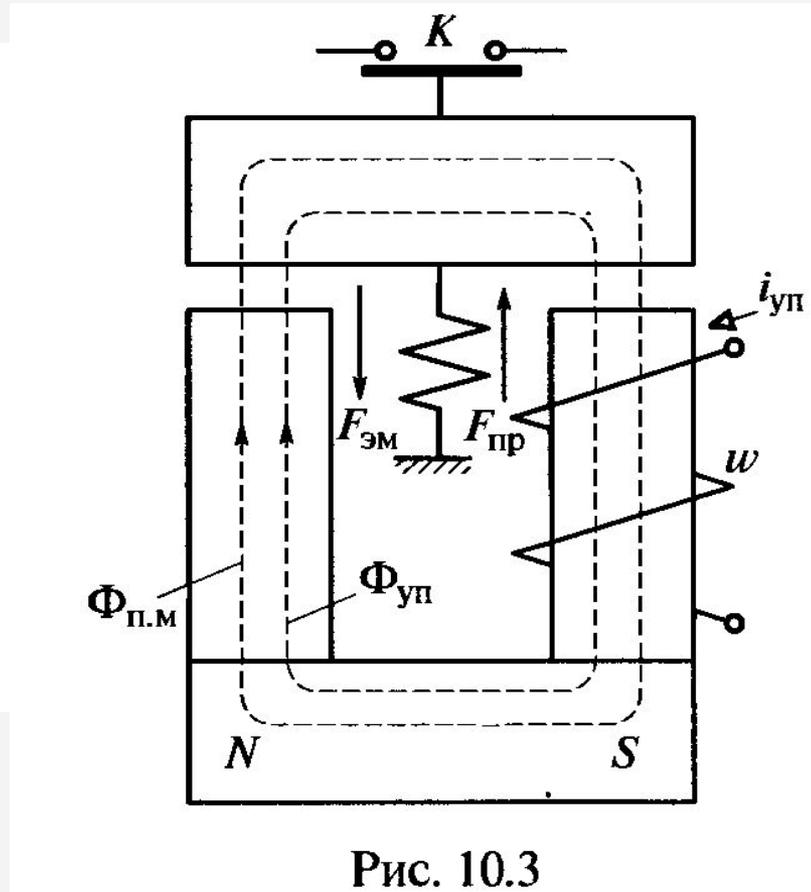
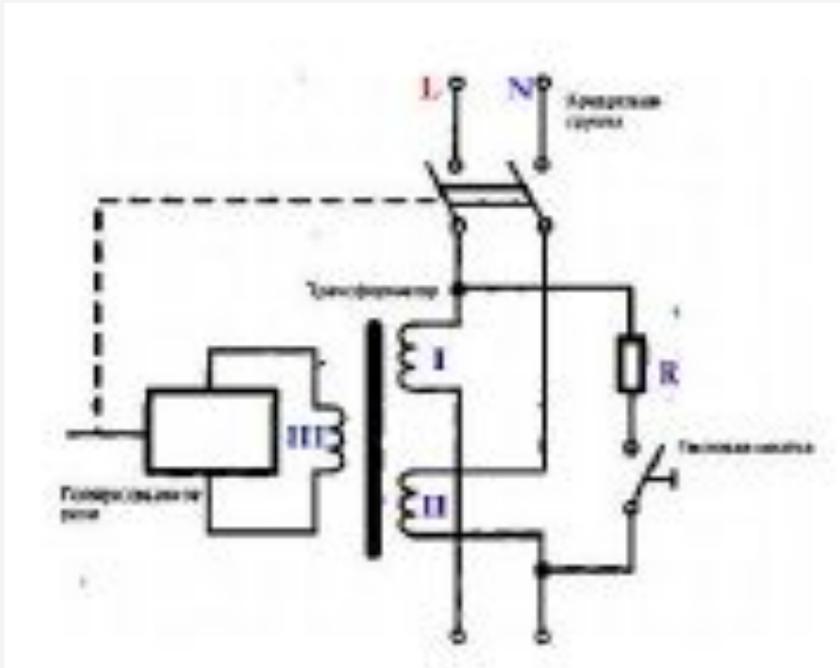
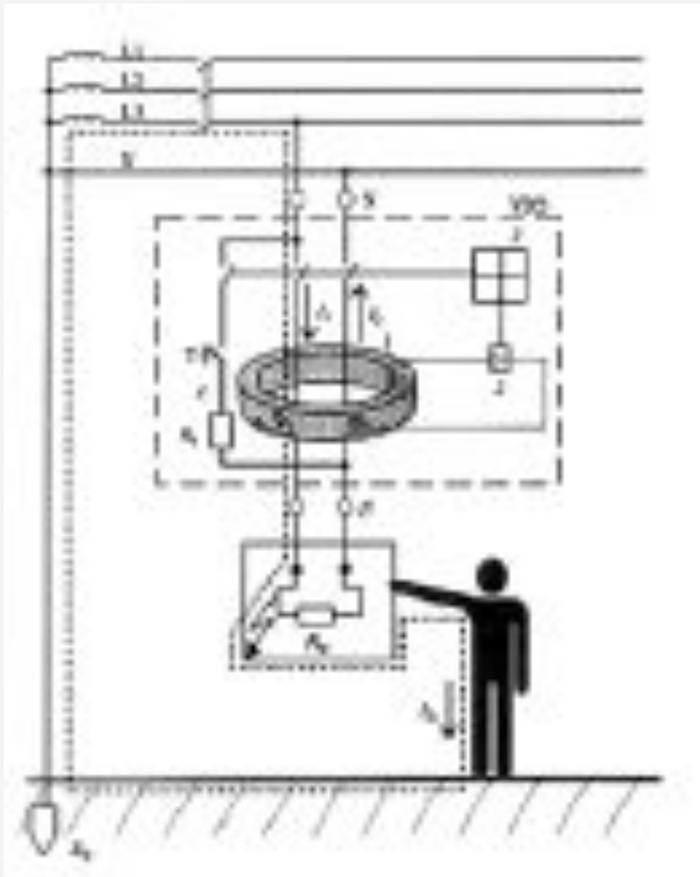


Рис. 10.3

Принцип работы УЗО



УЗО - это быстродействующий защитный выключатель, реагирующий на дифференциальный ток в проводниках, подводящих электроэнергию к защищаемой электроустановке. Говоря более понятным языком, устройство отключит потребителя от питающей сети, если произойдет утечка тока на заземляющий проводник РЕ («землю»).

УЗО - это быстродействующий защитный выключатель

- УЗО - это быстродействующий защитный выключатель, реагирующий на
 - дифференциальный ток в проводниках, подводящих электроэнергию к
 - защищаемой электроустановке.
- Говоря более понятным языком, устройство отключит потребителя от
- питающей сети, если произойдёт

Исполнительный механизм

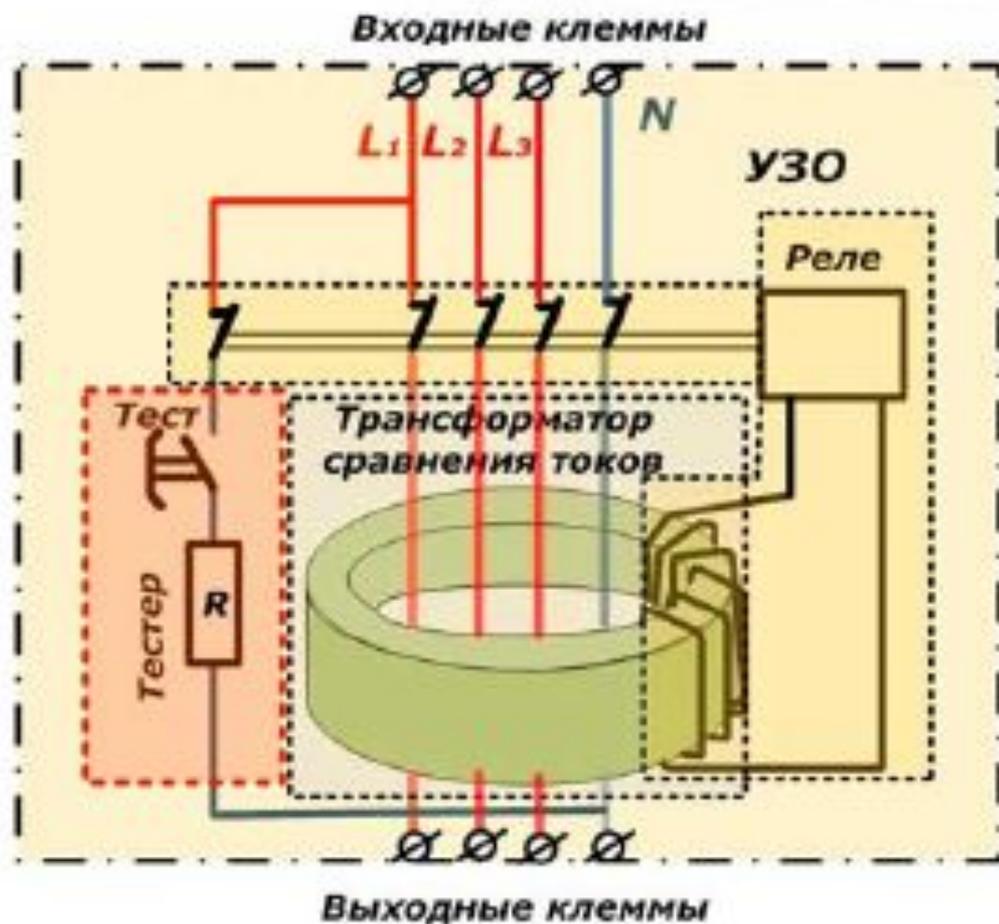
- Исполнительный механизм, состоящий из пружинного привода, спускового механизма и группы силовых контактов, размыкает электрическую цепь, в результате чего установка отключается от сети. Для осуществления периодического контроля исправности (работоспособности) УЗО предусмотрена кнопка тестирования 4. Она включена последовательно с резистором. Номинал резистора подобран таким образом, что бы разностный ток был равен паспортному току утечки срабатывания УЗО. Если при нажатии на эту кнопку УЗО срабатывает, значит, оно исправно. Как правило, это кнопка обозначается «TEST».

УЗО имеют следующие основные параметры:

- тип сети – однофазная (трёхпроводная) или трехфазная (пятипроводная)
- номинальное напряжение -220/230 – 380/400 В
- номинальный ток нагрузки – 16, 20, 25, 32, 40, 63, 80, 100 А
- номинальный отключающий дифференциальный ток – 10, 30, 100, 300 мА

Трехфазное УЗО

Компоновочная схема трехфазного УЗО
<http://electricalschool.info/>



УЗО всегда
подключают
последовательно
с автоматом.

Дифференциальный автомат

- Это уникальное устройство, совмещающее в себе и автоматический выключатель (более понятный для населения как «автомат»), и ранее рассмотренное УЗО. Т.е. дифференциальный автомат способен защитить вашу проводку и от коротких замыканий, и от перегрузок, а также от возникновения утечек, связанных с ранее описанными ситуациями.