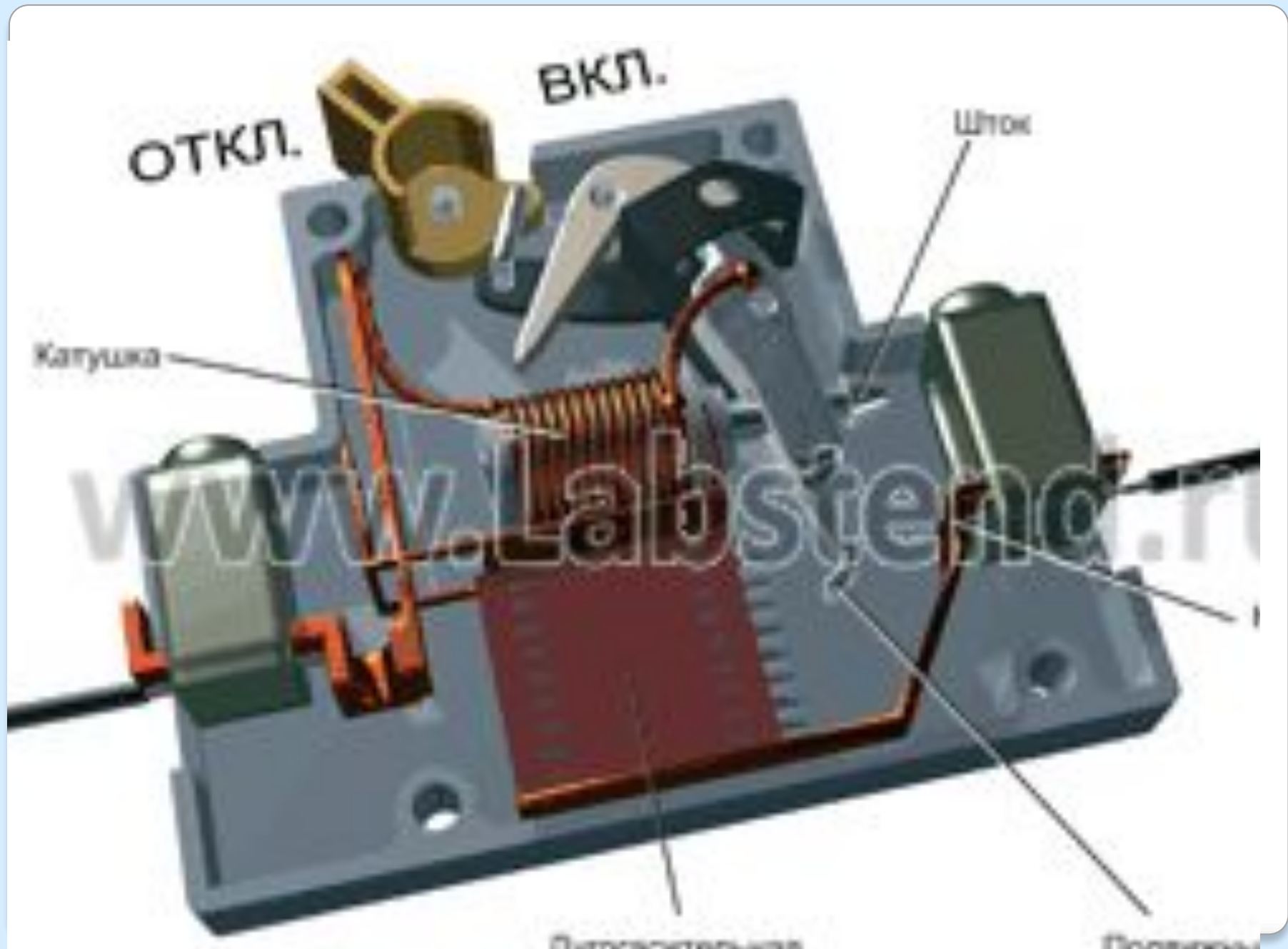


**5. Электрические
аппараты низкого
напряжения
(автоматические
выключатели)**

Автоматический выключатель – аппарат защиты, предназначенный для коммутации цепей при аварийных режимах, а также нечастых (от 6 до 30 в сутки) включений и отключений электрических цепей при нормальных режимах работы.

Существуют 2 основных аварийных режима:

1. **Режим короткого замыкания**, при значительных величинах тока и малой длительности их действия.
2. **Режим перегрузки**, при токах превышающих номинальные значения незначительно, при большой длительности их действия.



Независимо от назначения и быстродействия выключателей в их состав входят следующие основные элементы:

- 1.главная контактная система (главные контакты);
2. дугогасящая система;
3. привод;
4. расцепляющее устройство;
5. расцепители;
- 6.Могут присутствовать вспомогательные контакты.

Главная контактная система — важнейший элемент выключателя, определяющий его основные параметры.

Она должна:

1.обеспечивать, не перегреваясь и не окисляясь, продолжительный режим работы при номинальном токе;

2.быть способной, не повреждаясь, включать и отключать большие токи короткого замыкания, достигающие в современных промышленных установках 75... 100 кА.

В связи с этим в выключателях на средние и большие токи с высокой отключающей способностью применяются многоступенчатые контактные системы, состоящие, например, из основных и дугогасящих контактов.

Дугогасящая система должна обеспечивать отключение больших токов короткого замыкания в ограниченном объеме.

Под воздействием возникающих электродинамических сил дуга быстро растягивается и гаснет, но ее пламя занимает очень большое пространство.

Задача дугогасящего устройства заключается в том, чтобы ограничить размеры дуги и обеспечить ее гашение в малом объеме.

В связи с этим широкое распространение получили камеры с дугогасящими решетками и камеры с узкими щелями.

В современных конструкциях все большее применение находят пламягасящие решетки, что приводит к образованию таких комбинированных устройств, как камера с дугогасящей решеткой плюс пламягасящая решетка, камера с дугогасящей решеткой в узкой щели плюс пламягасящая решетка и т. п.

Привод служит для включения выключателя по чей-либо команде (оператора, системы автоматического управления и др.).

Выключатели бывают с ручным или двигательным приводом либо и с тем, и с другим. Под двигательным понимают привод, в котором используется сила, создаваемая любым источником энергии (электромагнитом, электродвигателем, пневматической, гидравлической системами и т.д.).

Отключение

осуществляется
разъединения
устройства

выключателя

пружинами после
расцепляющего

Расцепляющее

устройство

предназначено:

1. для исключения возможности удерживать контакты выключателя во включенном положении рукояткой (дистанционным приводом) при наличии ненормального режима работы в защищаемой цепи;

2. обеспечения моментного отключения, т.е. скорости расхождения контактов, не зависящей от оператора, рода и массы привода.

Расцепляющее устройство представляет собой систему шарнирно связанных рычагов, соединяющих привод включения с системой подвижных контактов, которые соединены с отключающей пружиной. Принцип работы устройства поясняет рис. 5.4.

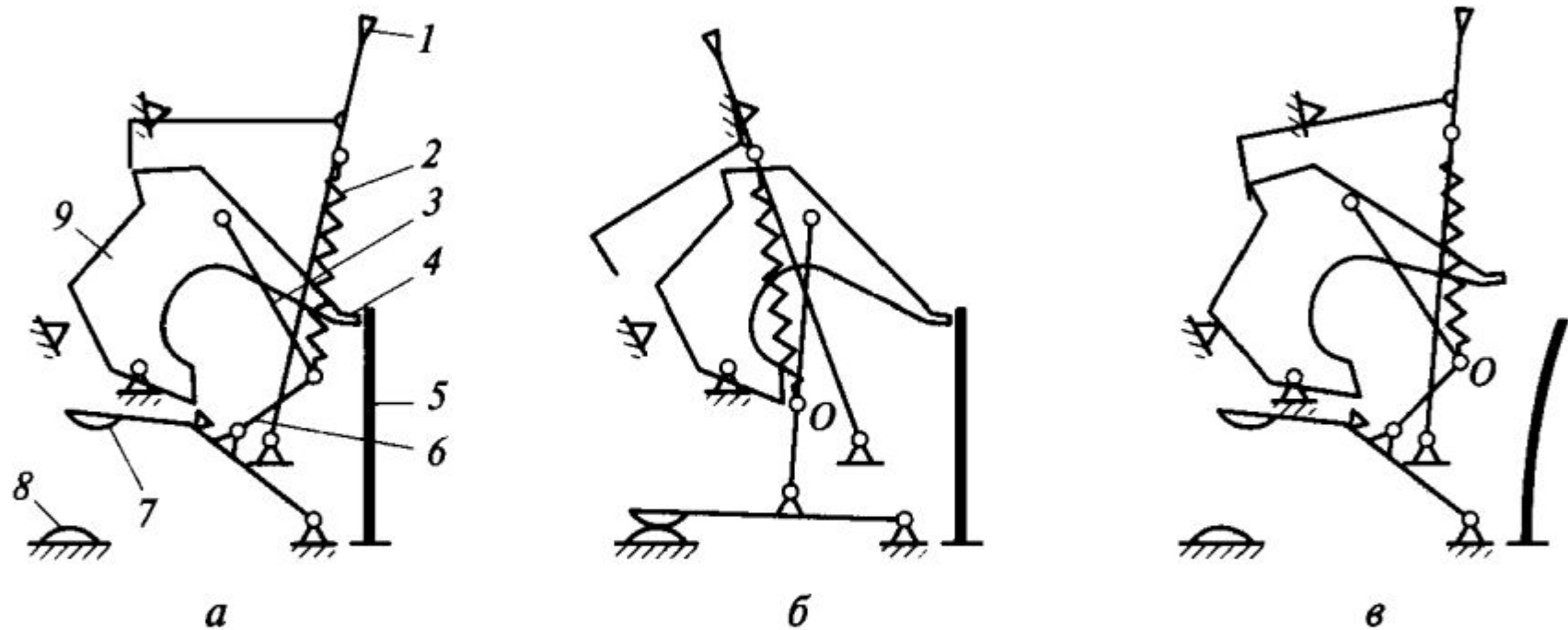


Рис. 5.4. Схемы расцепляющего устройства автоматического выключателя в положениях «взведено» (а), «включено» (б), «отключено автоматически» (в):
 1 — рукоятка; 2 — пружина; 3, 6 — ломающиеся рычаги; 4 — зацепление; 5 — валик; 7, 8 — контакты; 9 — фигурный рычаг

Расцепители контролируют заданный параметр защищаемой цепи и, воздействуя на механизм расцепления, отключают выключатель при отклонении значения этого параметра от установленного. Они представляют собой реле или элементы реле, встроенные в выключатель. Существуют следующие виды расцепителей:

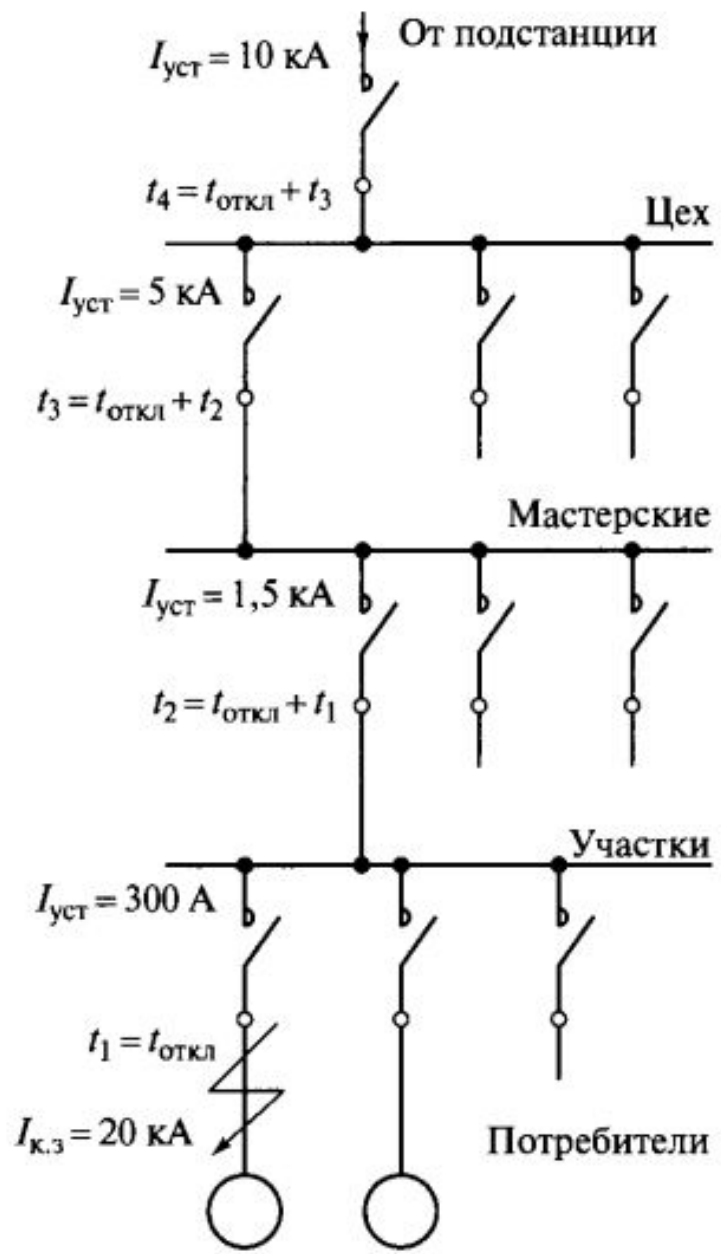
1. Электромагнитный расцепитель
автоматического выключателя –
предназначен для защиты цепей от тока
короткого замыкания, представляет собой
электромагнит, который при определенном
токе мгновенно притягивает якорь, в
результате чего происходит отключение
автоматического выключателя.

Многие современные выключатели
имеют полупроводниковый расцепитель,
который выполняет функции
электромагнитного расцепителя.

4.Расцепитель минимального напряжения -- электромагнит, срабатывающий при исчезновении напряжения, или при снижении его до уставки срабатывания расцепителя.

5.Независимый расцепитель – электромагнит, срабатывающий и отключающий автоматический выключатель при подаче импульса от ключа или кнопки управления.

Селективный автоматический выключатель – аппарат, срабатывающий с выдержкой времени и позволяющий осуществлять селективную защиту сетей путем установки автоматических выключателей с разной выдержкой времени: наименьшей у потребителя и ступенчато возрастающей к источнику питания.



Параметры автоматических выключателей:

1.Номинальный ток – ток, прохождение которого допустимо в течении неограниченно длительного времени.

2.Номинальное напряжение – напряжение, при котором может применяться выключатель данного типа.

3.Предельно отключаемый ток (ПКС) – ток короткого замыкания, который может быть отключен автоматическим выключателем без каких-либо повреждений, препятствующих его дальнейшей работе.

4.Номинальный ток расцепителя – ток, прохождение которого в течении неограниченного времени не вызывает срабатывание расцепителя.

5.Ток уставки расцепителя – наименьший ток, при прохождении которого расцепитель срабатывает.

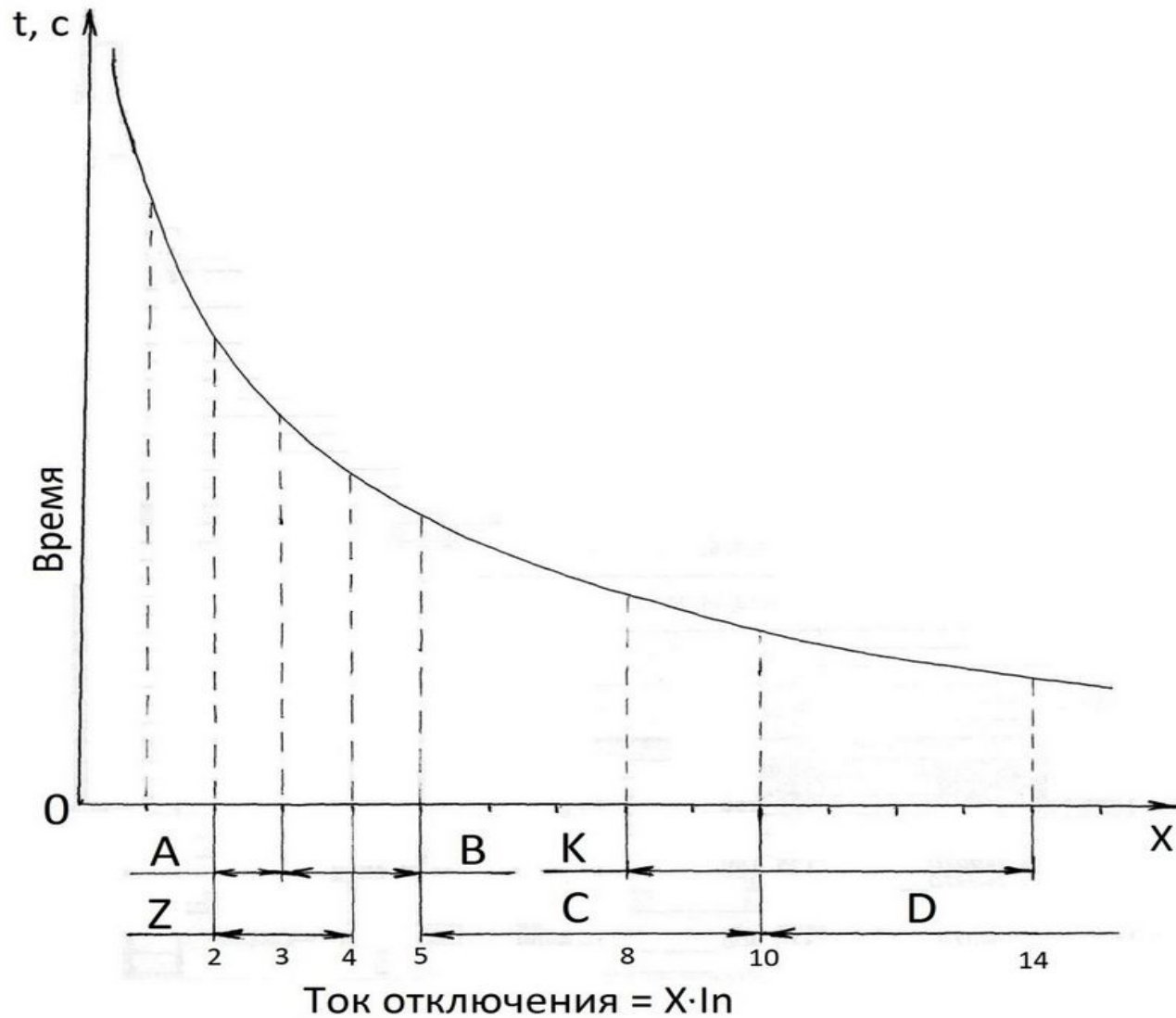
6.Уставка тока – настройка автоматического выключателя на заданный ток срабатывания.

7.Отсечка тока – уставка тока электромагнитного расцепителя на мгновенное срабатывание.

Нерегулируемый автоматический выключатель – автоматический выключатель, у которого отсутствует возможность регулирования уставки расцепителя в процессе эксплуатации. Расцепитель автоматического выключателя отрегулирован заводом-изготовителем в расчете на определенный номинальный ток.

Регулируемый автоматический выключатель – аппарат, у которого имеется возможность воздействуя на механическую систему или специальное устройство, отрегулировать время срабатывания расцепителя.

Время - токовая характеристика



Для модульных автоматических выключателей устанавливается определённая защитная характеристика:

- A – расцепляющее устройство активируется при токе 2-3 от I_n ;**
- B – расцепляющее устройство активируется при токе 3-5 от I_n ;**
- C – расцепляющее устройство активируется при токе 5-10 от I_n ;**
- D – расцепляющее устройство активируется при токе 10-20 от I_n ;**
- Z – расцепляющее устройство активируется при токе 2-4 от I_n ;**
- K – расцепляющее устройство активируется при токе 8-14 от I_n .**

где I_n – номинальный ток автомата.

A – для сетей с большими суммарными длинами проводников;

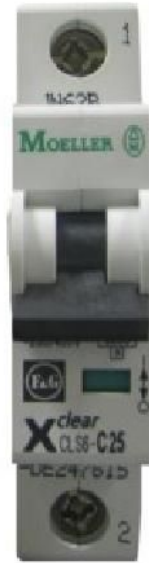
B – для сетей с малыми токами КЗ (электрические нагреватели, плиты);

C – для сетей с большими токами (наиболее применяемое исполнение);

D – для сетей с высокими токами пуска (сварочные аппараты, электродвигатели, трансформаторы);

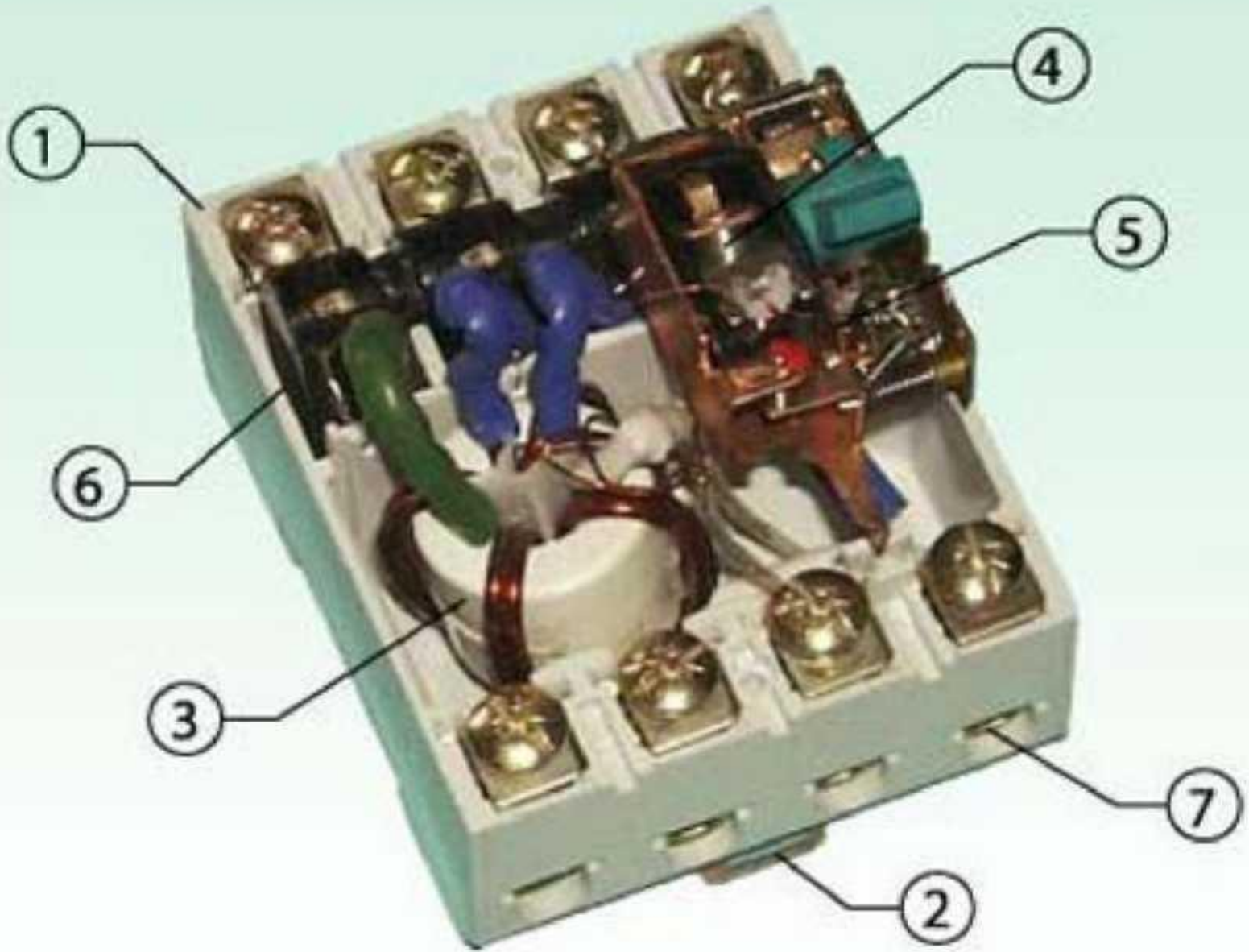
Z – для сетей с электронными устройствами или цепей сигнализации;

K – специфическое применение для сетей с высокими токами пуска.





Устройство защитного отключения (УЗО)



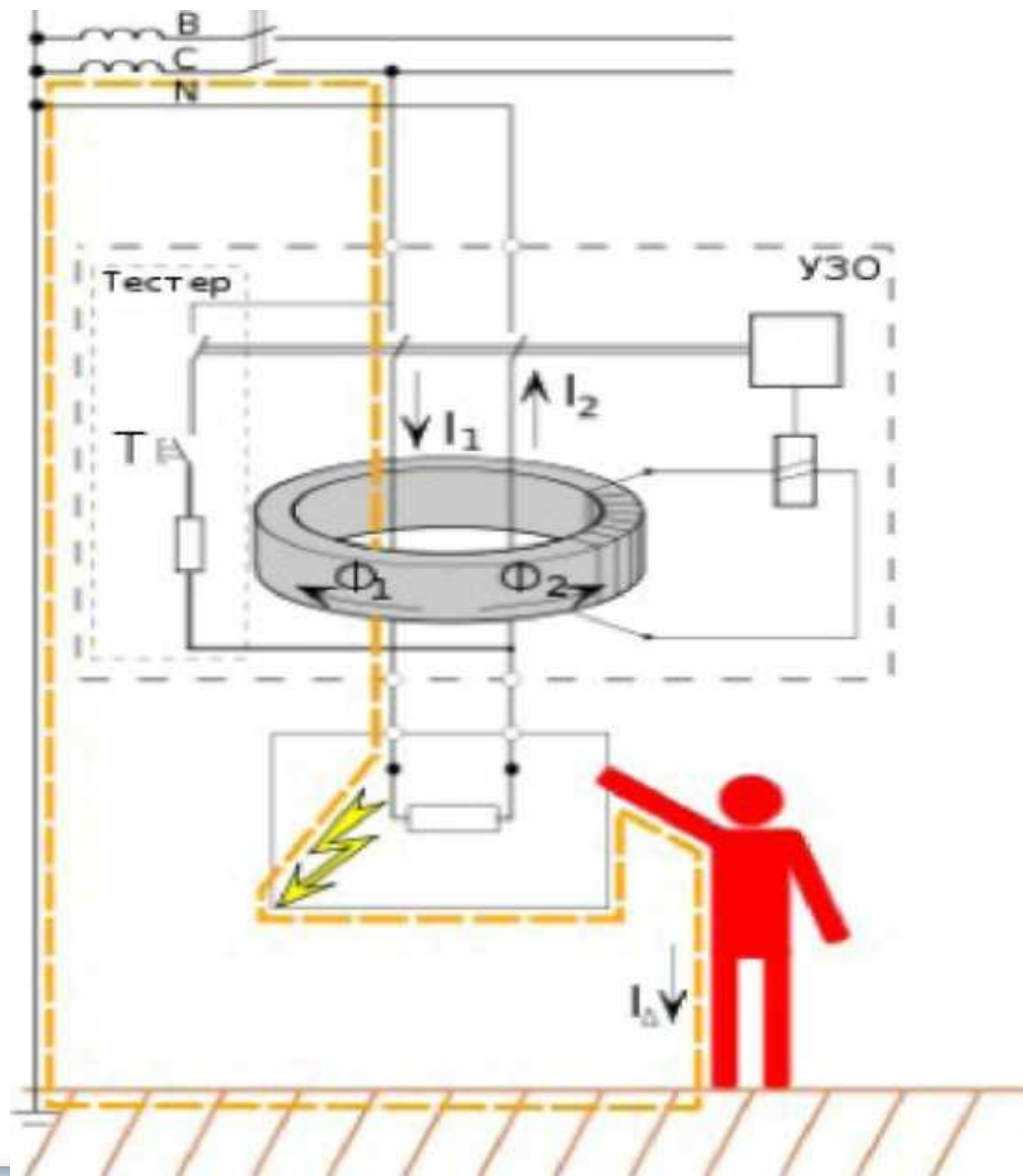
Корпус, обозначенный (1) делают из стойкой к возгоранию пластмассы, обычно на нем смонтированы замки (2) для установки на DIN рейку щитка. Датчик наличия дифференциального тока – трансформатор тока (3), сигнал с которого поступает на электромагнитное реле (4) управляющее токовым расцепителем (5). Для снижения возможности возникновения дуги устанавливают дугогасительные камеры (6). Электромонтаж осуществляется через качественные зажимы из посеребренной меди и стали(7).

Все УЗО используются с одной важной целью - для защиты человека от поражения электрическим током при возникновении неисправности электрооборудования и отключения подачи энергии при непреднамеренном контакте человека с открытыми токопроводящими частями электроустановок во время утечки тока. Предохранит УЗО и от возгорания электропроводки при замыкании на корпус или на землю.

Кроме УЗО для защиты используют также **дифференциальные автоматы**, которые объединяют в своем конструктиве одновременно УЗО и автоматический выключатель, что, конечно, экономит место при электромонтаже в силовых и распределительных щитах, но может обойтись значительно дороже.

**УЗО - это просто
быстродействующий выключатель.**

**Принцип его работы основан на
реакции датчика тока на изменение
дифференциального тока в
проводниках, по которым
электроэнергия подается на
электроустановку, для которой
организована защита.**



Работает УЗО следующим образом:

При нормальной работе системы электроснабжения и, следовательно, отсутствии утечки, рабочий ток, протекая через включенные встречно первичные обмотки трансформатора, наводит встречно направленные магнитные потоки, одинаковые по величине.

Их взаимодействие приводит к тому, что ток вторичной обмотки практически равен нулю и пороговый элемент не срабатывает.

**При возникновении
внештатной ситуации -
появлении утечки тока или
при прикосновении человека
к токоведущим частям баланс
токов в первичных обмотках
трансформатора будет
нарушен, что вызовет
появление тока во вторичной
обмотке.**

В качестве датчика тока используют дифференциальный трансформатор тока, намотанный на тороидальном сердечнике.

Пороговый элемент, который определяет при каком токе будет срабатывать УЗО, делают, как правило, на магнитоэлектрическом реле с высокой чувствительностью.

Ток срабатывания УЗО 30 мА, 300 мА

6.Электрические аппараты низкого напряжения (реле, пускатели)

Реле — это автоматический аппарат, в основном предназначенный для коммутации цепей управления более мощных аппаратов (например, цепи обмотки электромагнитного контактора), сигнализации, связи и так далее, а также для суммирования и разложения сигналов

Электромеханические реле —

наиболее распространенный вид электрических реле. К ним относятся:

1. электромагнитные,
2. магнитоэлектрические,
3. индукционные,
4. электротепловые,
5. пьезоэлектрические,
6. электро- и ферродинамические,
7. магнитострикционные,
8. вибрационные, и др.

О работе реле судят по его характеристике управления. Она имеет релейный характер: скачкообразное увеличение выходной величины U при некотором значении входной электрической воздействующей величины X (ток, напряжение, частота и т.п.) и такое же скачкообразное уменьшение выходной величины.

При всех остальных значениях воздействующей входной величины выходная величина не меняется или изменяется незначительно.

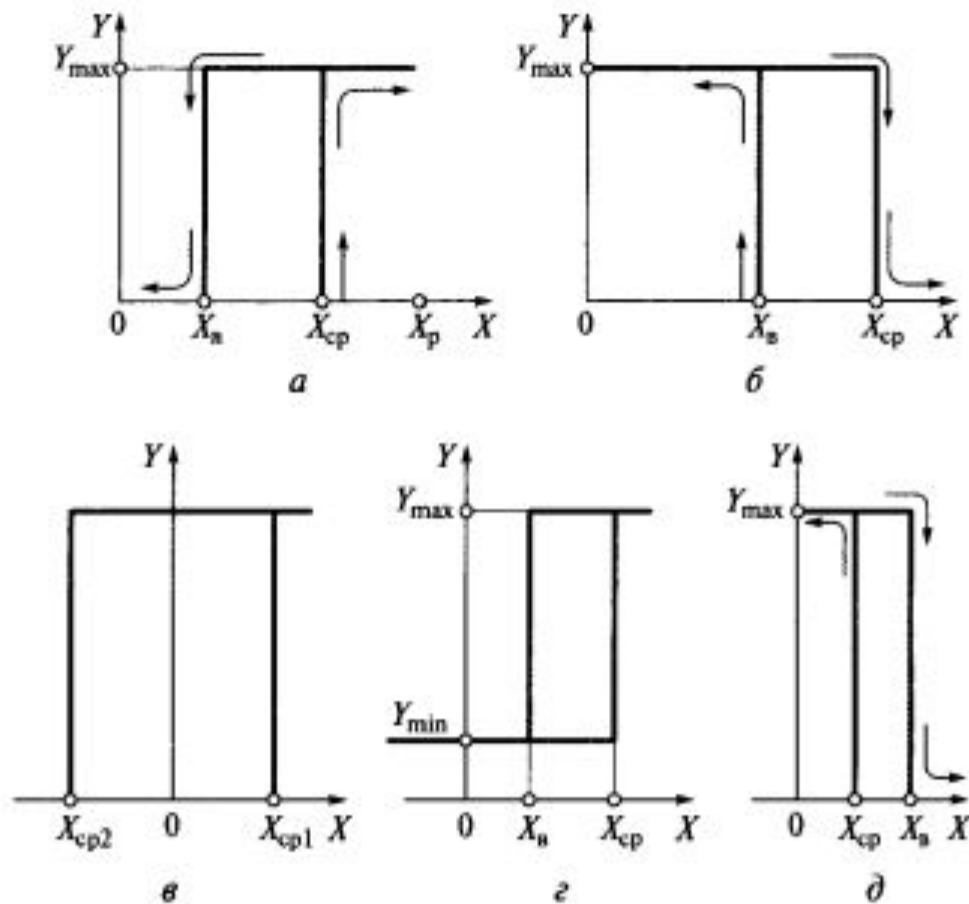
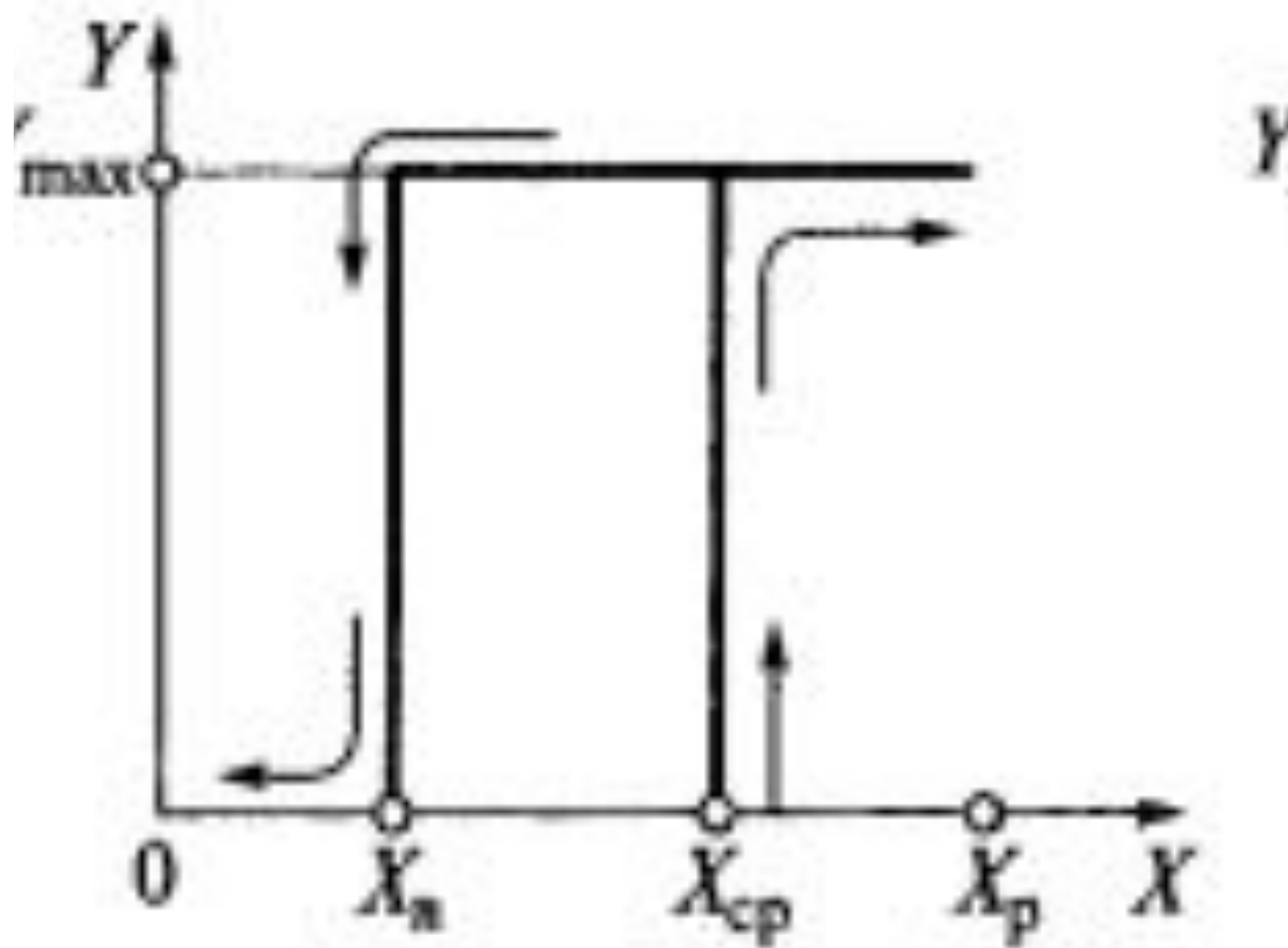


Рис. 8.1. Характеристики управления аппаратов релейного действия электромеханических (а... в, д), статических электрических (е), одностабильных (а, б, г, д), двустабильных (в), максимальных (а, б, г), минимальных (д), работающих на замыкание (а, г, д), работающих на размыкание (б):

X_{cp} — параметр срабатывания; X_n — параметр возврата (отпускания); X_p — рабочий параметр; Y_{max} , Y_{min} — максимальное и минимальное значения выходного параметра



a

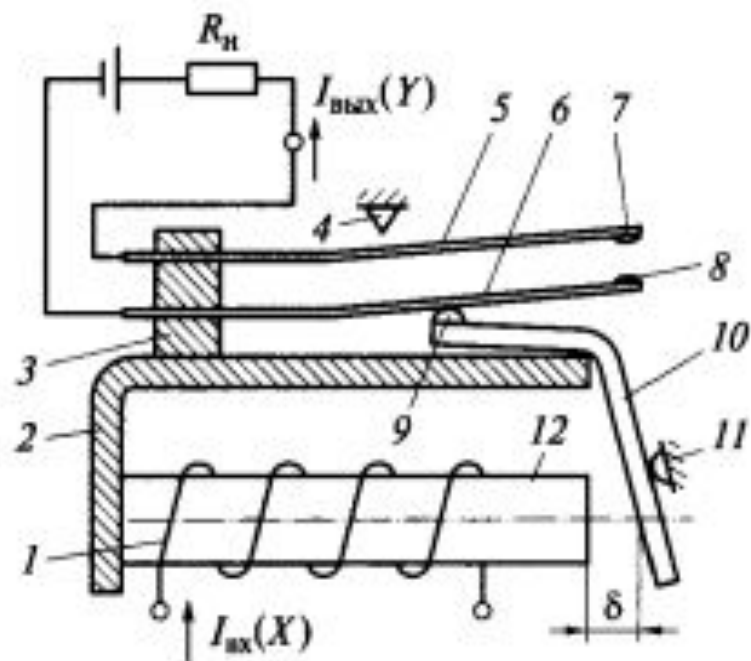


Рис. 8.2. Простейшее электромагнитное реле с одним замыкающим контактным узлом:

1 — обмотка; 2 — ярмо; 3 — изоляционная планка; 4, 11 — упоры; 5, 6 — контактные пружины; 7, 8 — контакт-детали; 9 — толкатель; 10 — якорь; 12 — сердечник

На рисунке изображено простейшее реле при нулевом значении входной величины X — тока $I_{вх}$ в обмотке 1. Когда входной ток $I_{вх}$ начинает увеличиваться, при определенном его значении якорь 10 отходит от упора 11 и притягивается к сердечнику 12. В процессе движения якоря его верхний конец, действуя через толкатель 9, выгибает плоскую контактную пружину 6 вверх до соприкосновения ее контакт - детали 8 с контакт - деталью 7 пружины 5, которая затем отходит вверх до упора 4. В результате по выходной цепи после окончания переходного процесса начинает протекать ток $I_{вых}$, представляющий собой выходную величину Y .

При дальнейшем увеличении входного тока выходной ток практически не изменяется. Когда же входной ток начинает уменьшаться, при некотором его значении механическая сила изогнутых пружин преодолевает электромагнитную силу притяжения якоря к сердечнику. В результате контакт - детали размыкаются и выходная цепь обесточивается.

В зависимости от выполняемой функции электромеханические реле подразделяют на:

1.логические

2. измерительные.

Электромеханическое **логическое** реле предназначено для срабатывания и отпускания (возврата в исходное состояние) при изменении входной воздействующей величины, не нормируемой по значению.

Входная воздействующая величина электромеханического логического реле — это электрическая величина, на которую реле реагирует, если та воздействует на него при заданных условиях.

**Электромеханические
логические реле подразделяют
на**

- 1.промежуточные, 2.**
- указательные**
- 3. реле времени.**

Промежуточное реле предназначено для размножения и усиления поступающего к нему сигнала.

Указательное реле — для указания срабатывания и возврата в исходное состояние других коммутационных аппаратов.

Реле времени — для создания выдержки времени.

Электромеханическое

измерительное

реле

предназначено

для

срабатывания с определенной

точностью

при

заданном

значении

или

значениях

характеристической

величины.

Характеристическая величина
электро­механического
измерительного реле — это
электрическая величина,
нормируемая по значению и
определяющая функциональный
признак реле.

Для ее образования необходимы одна или несколько входных воздействующих величин электрического измерительного реле. Чтобы уяснить разницу между логическим и измерительным реле, сравним два реле, имеющих одну и ту же входную воздействующую величину — электрическое напряжение.

Логическое реле

предназначено для срабатывания и возврата при дискретном изменении входной воздействующей величины от логического нуля до логической единицы (нет—да). В нашем примере это означает следующее: напряжение не подано или подано на вход реле.

В отличие от логического реле на измерительное реле напряжение подается постоянно, т. е. входная величина измеряется непрерывно. Напряжение для такого реле — не только входная воздействующая, но и характеристическая величина.

**Максимальное
электрохимическое реле —
это измерительное
электрохимическое реле,
срабатывающее при значениях
характеристической величины,
больших заданного значения.**

**Минимальное
электромеханическое реле —
это измерительное реле,
срабатывающее при значениях
характеристической величины,
меньших заданного значения.**

Уставка по характеристической величине — заданное значение характеристической величины, при котором реле должно сработать.

Реле времени

Большинство систем автоматического управления содержит в своем составе реле времени, выполняющие различные временные функции, такие как:

1. формирование выдержки времени на включение;
2. формирование выдержки времени на выключение;
3. выключение на заданный промежуток времени;
4. включение на заданный промежуток времени.

1. Реле времени с электромагнитным замедлением применяются только при постоянном токе.

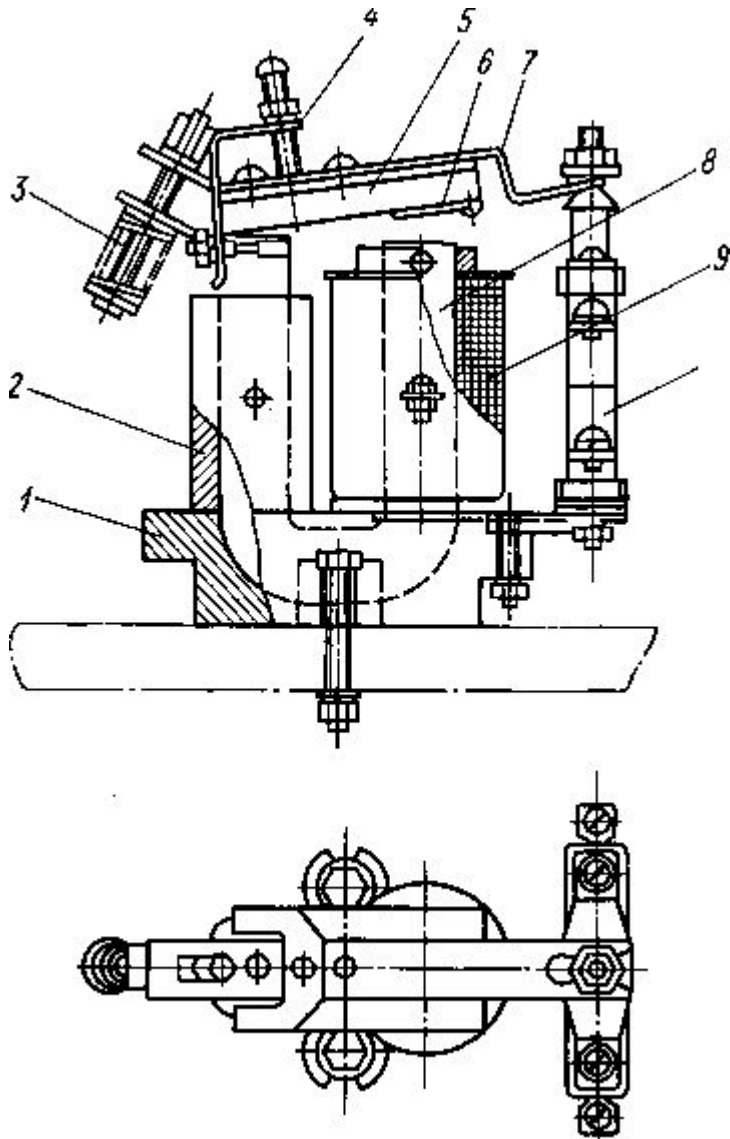
Помимо основной обмотки реле этой серии имеют дополнительную короткозамкнутую обмотку, состоящую из медной гильзы. При нарастании основного магнитного потока, он создает магнитный поток в дополнительной обмотке, который препятствует нарастанию основного магнитного потока.

В итоге, результирующий магнитный поток увеличивается медленнее, время «трогания» якоря уменьшается, чем обеспечивается выдержка времени.

Этот вид реле времени обеспечивает выдержку времени при срабатывании от 0,07 с до 0,11 с, при отключении от 0,5 с до 1,4 с.



Реле времени электромагнитное



1 - силуминовое основание (заливка), служащее для сборки всего реле и как демпфер; 2- медная гильза-демпфер; 3 - отключающая пружина, регулируемая, 4 – упорная скоба с винтом; 5 - якорь; 6 - немагнитная прокладка; 7-тяга; 8 – U-образный сердечник; 9 - катушка; 10 - узел контактов

2. Реле времени с анкерным или часовым механизмом работает за счет пружины, которая заводится под действием электромагнита и контакты реле срабатывают только после того, как анкерный механизм отсчитает время, выставленное на шкале.

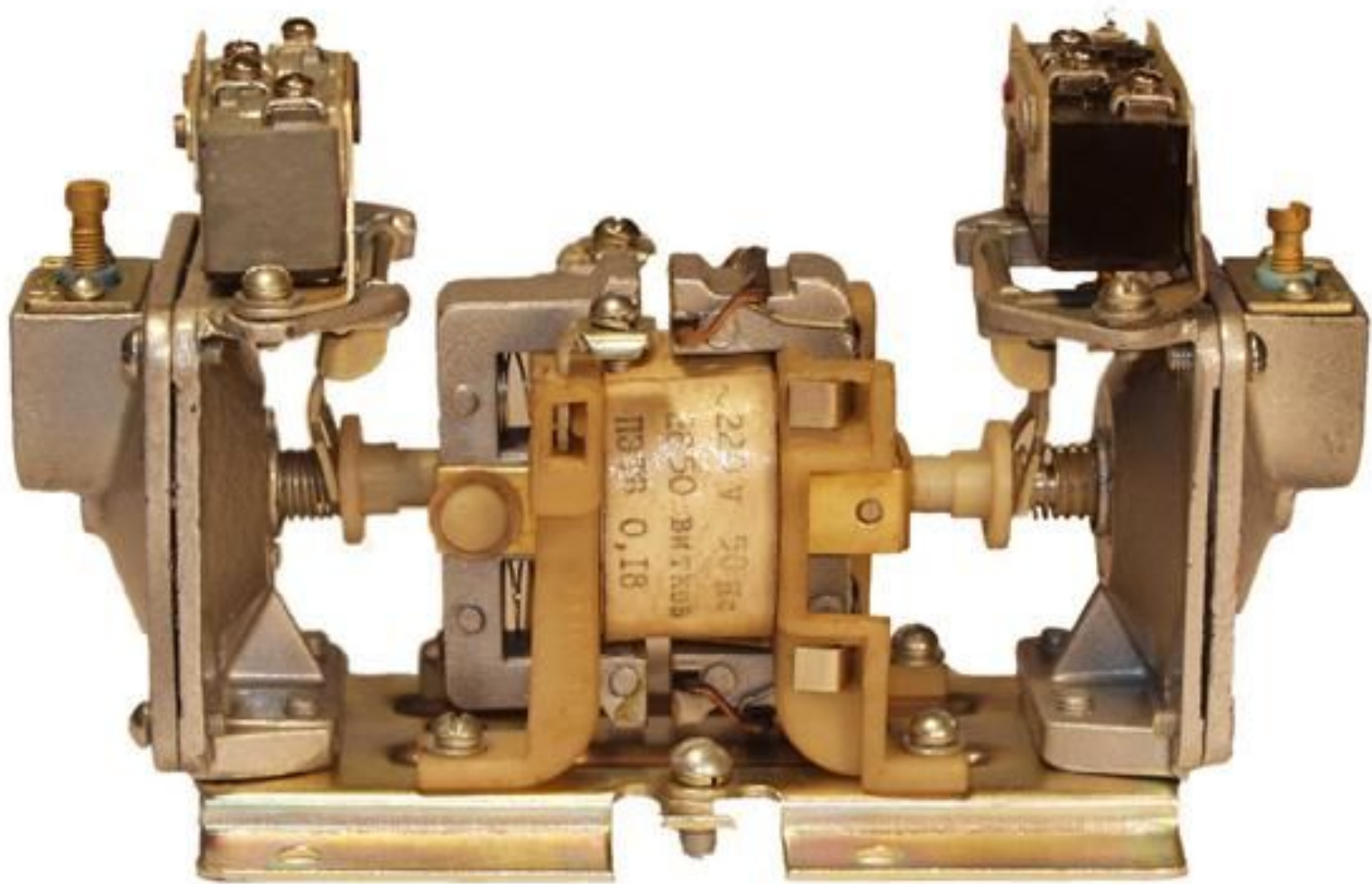
Этот тип реле времени обеспечивает выдержку времени от 0,1 до 20 с, с точностью срабатывания 10 % от уставки.

Такие реле времени до сих пор широко используются и показали себя одними из самых надежных.

Еще примеры: механический будильник, кухонный таймер со звонком, механическое реле программ некоторых стиральных машин.



3. Пневматическое реле времени имеет специальное замедляющее устройство — пневматический демпфер, катаракт. Регулировка выдержки осуществляется изменением сечения отверстия для забора воздуха. Этот тип реле времени обеспечивает выдержку времени от 0,4 до 180 с, с точностью срабатывания 10 % от уставки.



4. Моторные реле времени предназначены для отсчета времени от 10 с до нескольких часов. Оно состоит из синхронного двигателя, редуктора, электромагнита для сцепления и расцепления двигателя с редуктором, контактов.

Такие реле времени ранее встречались, например, как счетчики моточасов электрогенераторов. Они необходимы для проведения своевременных регламентных работ на оборудовании.



5. Электронные реле наиболее распространенный тип реле времени. Такие реле легко обеспечивают выдержки от долей секунды до месяцев и даже лет. Поскольку в таких устройствах может использоваться кварцевая стабилизация частоты и синхронизация времени по эталонным внешним часам через радиоканал или интернет, то они обеспечивают непревзойденную точность.

Кроме того, такие реле времени уже являются микроконтроллерами, так как имеют различные входы и выходы для осуществления обратной связи, развитое программирование для задания необходимого алгоритма работы. Электронные реле времени – это наиболее современные устройства.

Электронные реле времени на конденсаторе

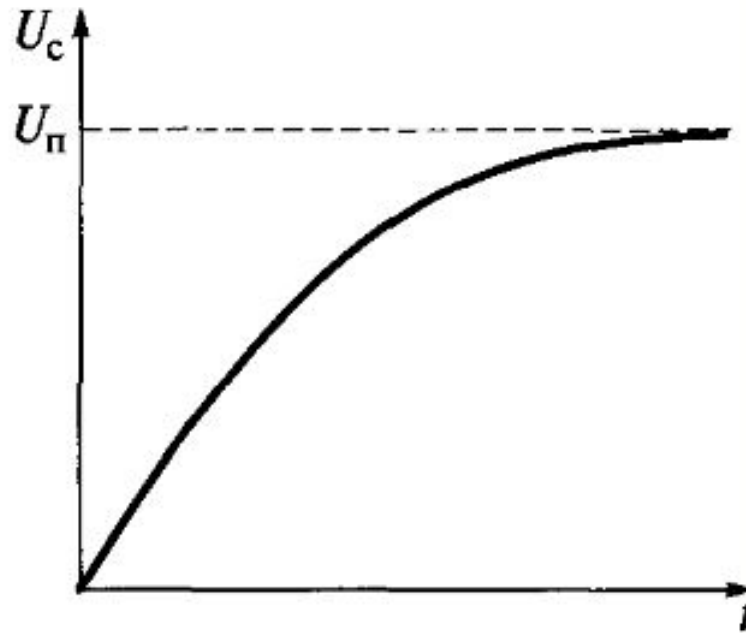


Рис. 11.7. График, характеризующий процесс зарядки конденсатора

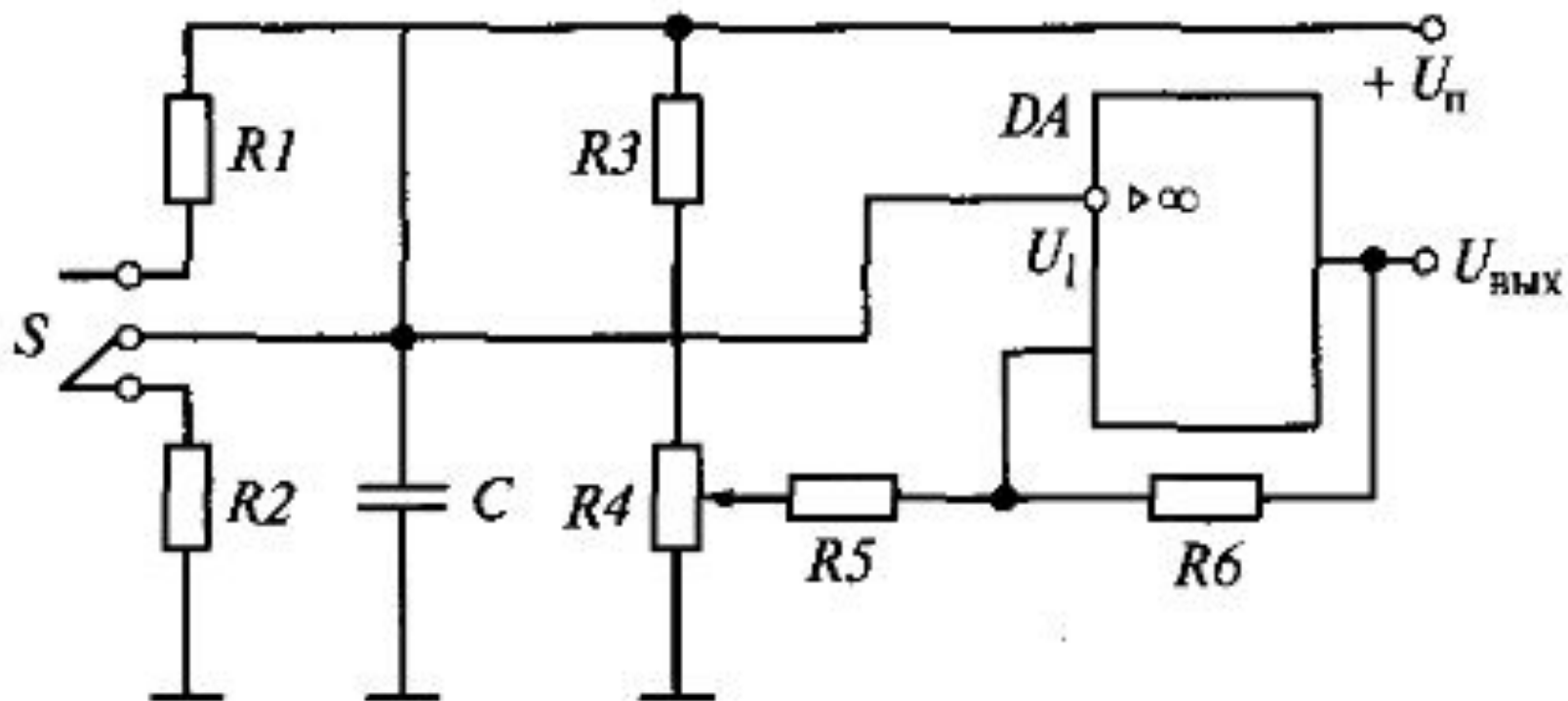


Рис. 11.8. Схема реле времени на базе компаратора

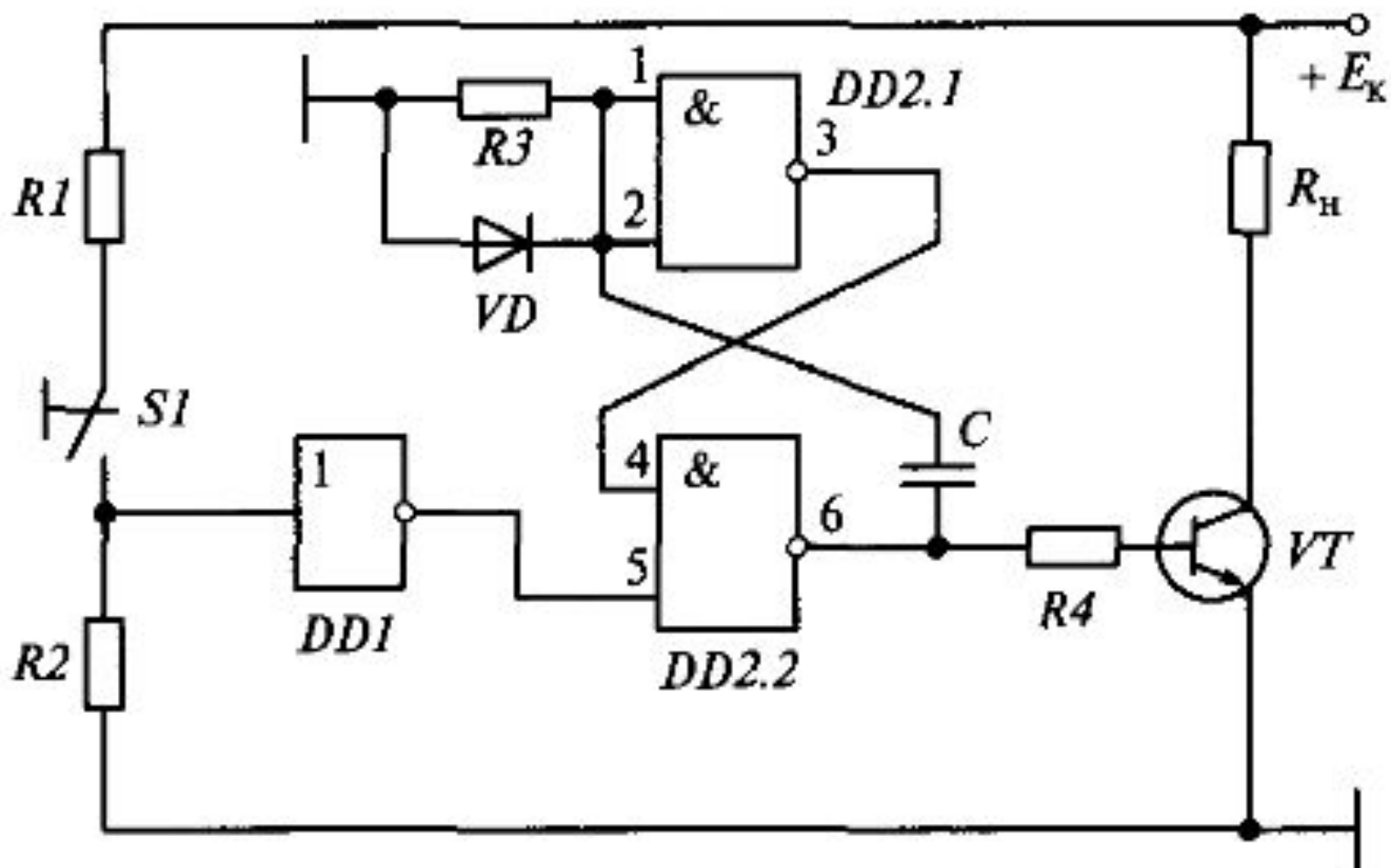


Рис. 11.9. Схема ЭРВ на цифровых интегральных схемах



Реле тепловой защиты

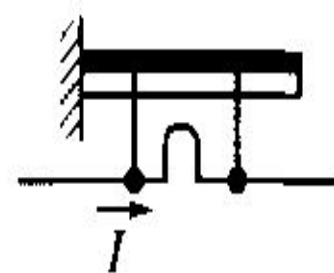
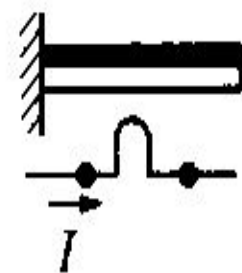
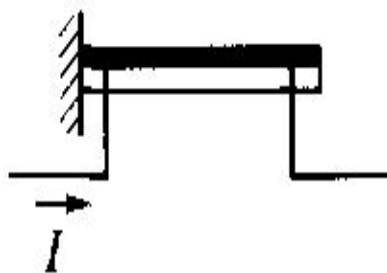
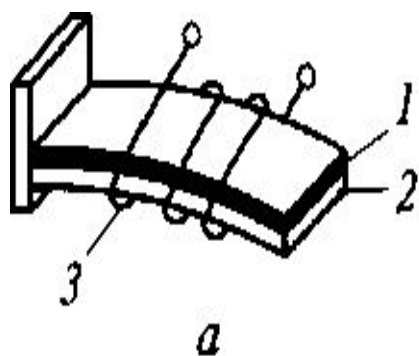
Для защиты электрических цепей от длительного протекания токов перегрузки, превышающих номинальные токи, широко применяются реле **тепловой защиты с термобиметаллическими исполнительными механизмами.**

Термобиметаллический элемент содержит биметаллическую пластину, состоящую из двух материалов с различными температурными коэффициентами линейного расширения α , жестко скрепленных друг с другом.

Если один конец пластины закреплен, то ее свободный конец изгибается в сторону материала с меньшим значением α

Существуют три способа подогрева пластины нагревательным элементом : непосредственный, косвенный и комбинированный.

Выбор способа подогрева определяется значением протекающего по цепи тока.



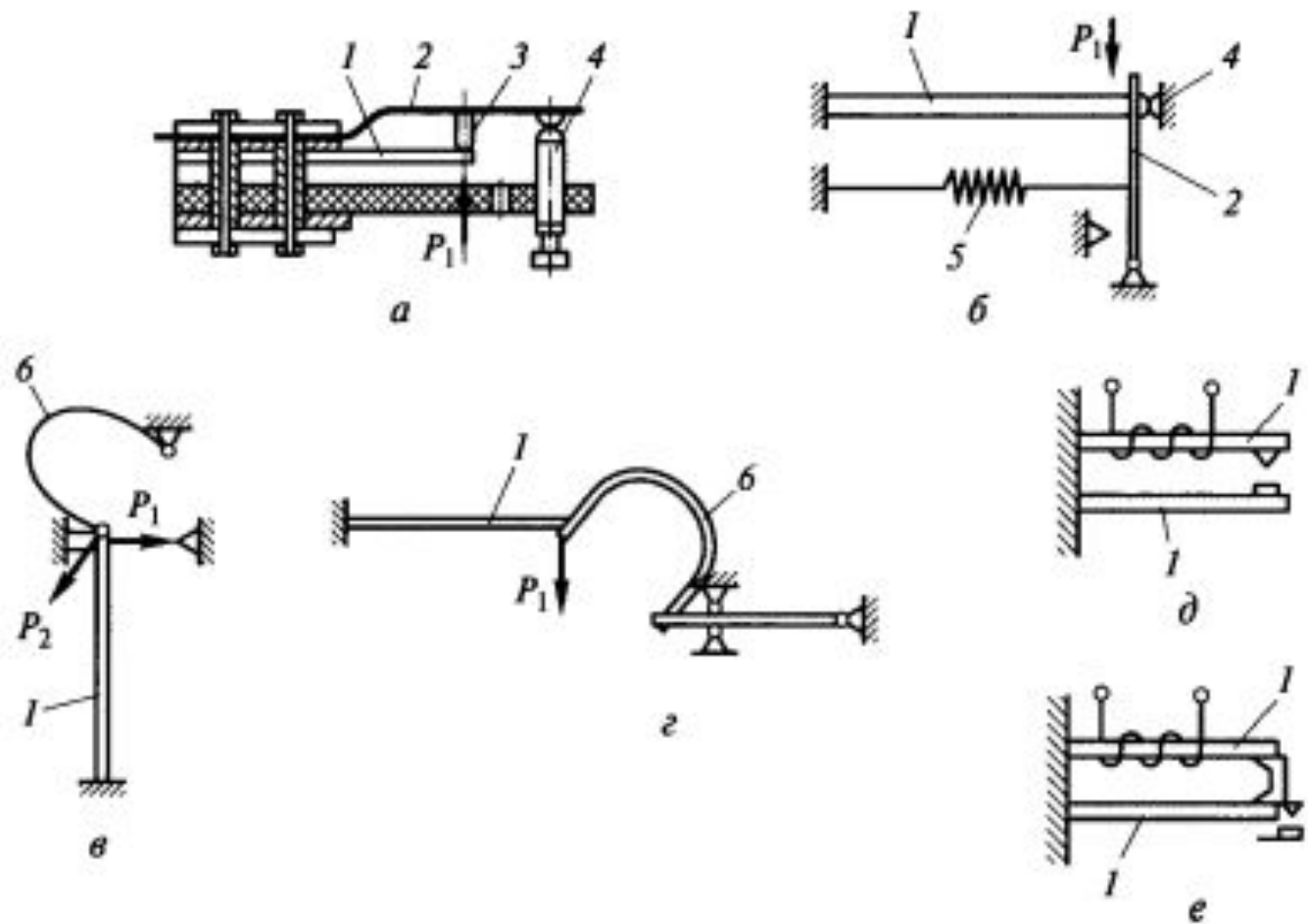
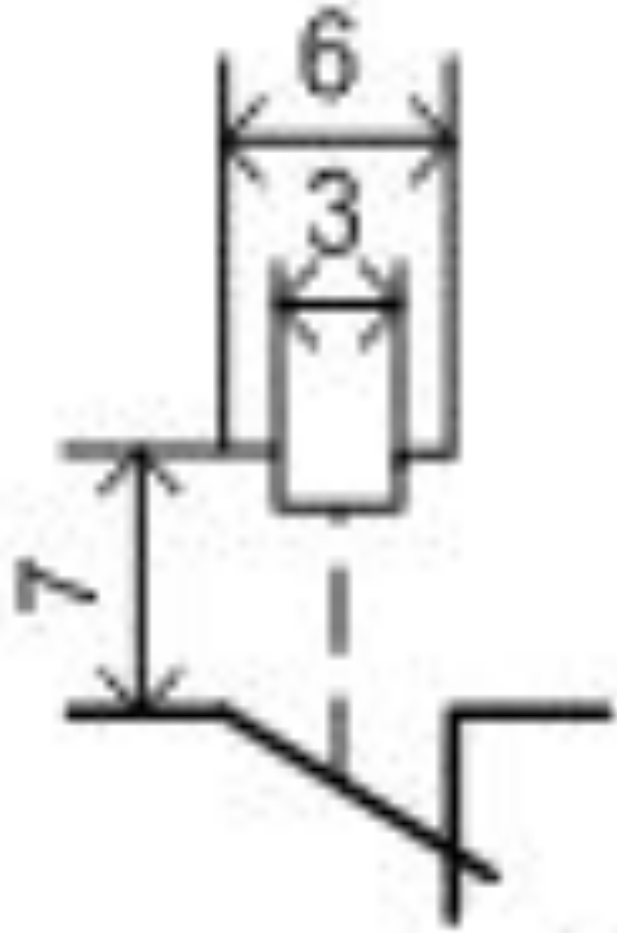
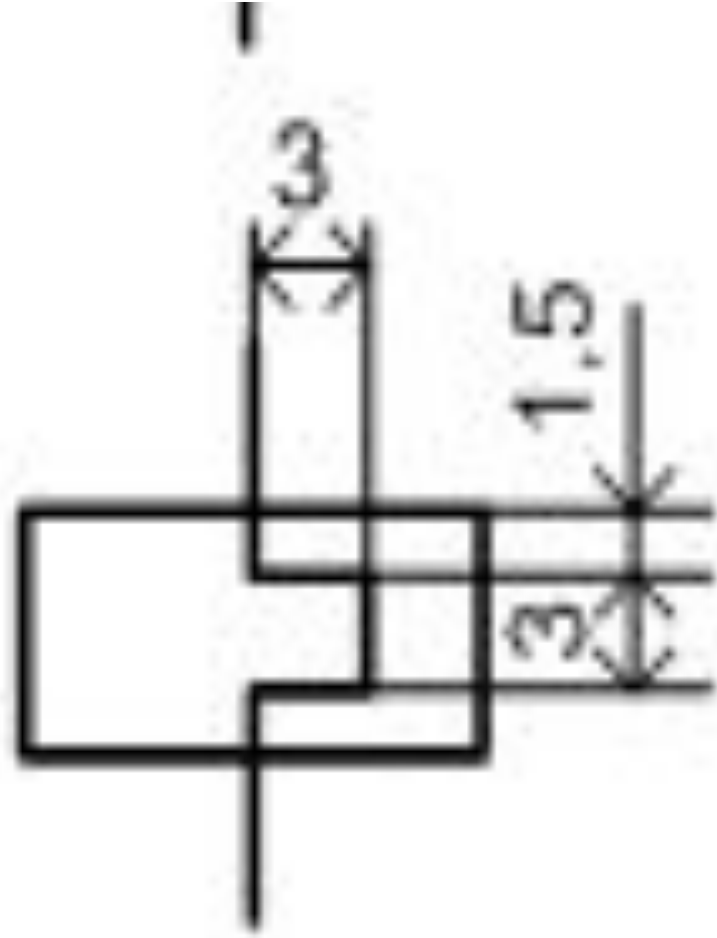


Рис. 8.9. Схемы (а...е) биметаллических устройств тепловых реле:
 1 — биметаллическая пластина; 2, 4 — подвижный и неподвижный контакты; 3 —
 штифт; 5, 6 — пружины



Тепловые реле с термобиметаллическими пластинами широко применяются для защиты статорных обмоток электродвигателей длительного протекания токов перегрузки как в режиме пуска двигателя, так и в режиме технологических перегрузок.

Эти реле относятся к аппаратам защиты косвенного действия, так как реагируют не на превышение температуры защищаемого объекта, а на ток, вызывающий это превышение.

Недостатками тепловых реле являются:

1. малая термическая стойкость к протекающим по реле сверхтокам,
2. нерегулируемость защитной характеристики,
3. большое время срабатывания,
4. существенные потери энергии,
5. большой разброс по току и времени срабатывания реле,
6. необходимость в остывании.

Достоинствами тепловых реле

являются:

1. малые размеры, масса и стоимость,
2. простота конструкции
3. надежность в эксплуатации.

Основной защитной характеристикой реле является время - токовая характеристика, т. е. зависимость времени срабатывания реле от кратности тока в цепи по отношению к номинальному току.

