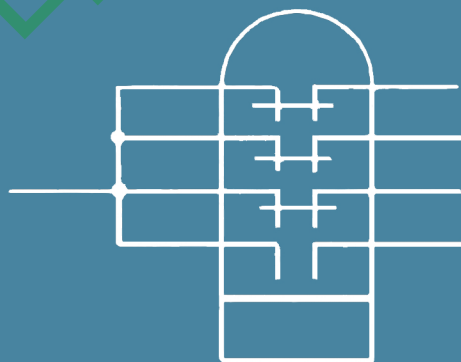


**М.Т. ЛЕВЧЕНКО
П.Д. ЧЕРНЯЕВ**

Промежуточные и указательные реле



БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

Выпуск 255

М. Т. ЛЕВЧЕНКО, П. Д. ЧЕРНЯЕВ

ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ
И УКАЗАТЕЛЬНЫЕ РЕЛЕ
В УСТРОЙСТВАХ
РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ
И АВТОМАТИКИ



«ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1968

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Большам Я. М., Долгов А. Н., Ежков В. В., Каминский Е. А.,
Майдрыкин С. А., Сивьчугов Ф. И., Смирнов А. Д., Устинов П. И.

Левченко М. Т. и Черняев П. Д.

**Л 38 Промежуточные и указательные реле в устрой-
ствах релейной защиты и автоматики**

80 с. с илл. (Б-ка электромонтера, вып. 255)

Электромагнитные промежуточные реле широко применяются в устройствах релейной защиты, автоматики, телемеханики, в цепях управления и сигнализации.

Наряду с современными промежуточными реле серии РП даются сведения и по некоторым типам старых реле, находящихся еще в эксплуатации: ЭП, КДР, МКУ.

Брошюра рассчитана на квалифицированных монтеров и младший технический персонал, занимающийся эксплуатацией релейной защиты

**3-3-10
120-68**

6П.2.11

Левченко Михаил Тихонович и Черняев Павел Дмитриевич
**Промежуточные и указательные реле в устройствах релейной
защиты и автоматики**

Редактор *В. А. Семенов*
Технический редактор *Л. М. Фридкин*
Корректор *Р. К. Шилова*

Сдано в набор 19/II 1968 г.

Подписано к печати 13/V 1968 г.

Т-00303

Формат 84×108^{1/32}

Бумага типографская № 2

Усл. печ. л. 4,2

Уч.-изд. л. 4,33

Тираж 17 000 экз.

Цена 15 коп.

Зак. 1106

Издательство „Энергия“, Москва, Ж-114, Шлюзовая наб., 10.

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР.
Шлюзовая наб., 10.

1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЛЕ

Общие сведения. На рис. 1 схематически показана конструкция промежуточного реле клапанного типа, состоящая из электромагнита 1, стального подвижного якоря 2 (клапана), контактов 3, возвратной пружины 4, упора 5 и медной заклепки 6, препятствующей залипанию якоря реле.

Ток I_p , проходящий по обмотке электромагнита, создает магнитный поток Φ , замыкающийся через сердечник электромагнита, воздушный зазор и якорь.

Магнитный поток, проходя через стальной якорь, намагничивает его, в результате чего возникает электромагнитная сила F_a , притягивающая якорь к сердечнику. Под действием этой силы якорь перемещается и с помощью закрепленного на нем контактного мостика замыкает контакты реле.

Электромагнитная сила притяжения F_a пропорциональна квадрату магнитного потока Φ_a в воздушном зазоре:

$$F_a = k_1 \Phi_a^2. \quad (1)$$

Магнитный поток и создающий его ток I_p связаны следующим соотношением:

$$\Phi_a = \frac{I_p w_p}{R_m}, \quad (2)$$

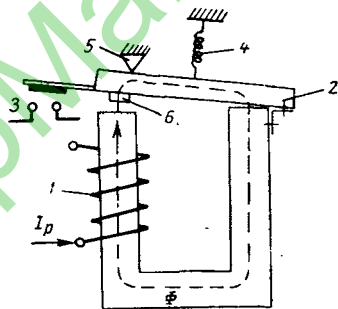


Рис. 1. Конструкция промежуточного реле клапанного типа.

где w_p — количество витков обмотки реле;

R_m — магнитное сопротивление пути, по которому замыкается поток Φ_B .

Подставляя Φ_B , определенное из (2), в (1), получим:

$$F_s = k_2 \frac{I_p^2}{R_m^2}. \quad (3)$$

Из выражения (2) видно, что при постоянстве тока в обмотке реле уменьшение магнитного сопротивления вызывает увеличение магнитного потока, что в свою очередь вызывает увеличение электромагнитной силы притяжения.

Магнитное сопротивление R_m состоит из двух составляющих: сопротивлений магнитопровода и воздушного зазора. Сопротивление воздушного зазора R_δ в десятки раз больше сопротивления магнитопровода, поэтому с достаточной точностью можно принять, что $R_m = R_\delta$.

Сопротивление воздушного зазора для реле клапанного типа, у которых магнитное поле в воздушном зазоре однородно, равно:

$$R_\delta = \frac{\delta}{4\pi S}, \quad (4)$$

где δ — величина воздушного зазора;

S — площадь торца магнитопровода.

Подставляя значение R_δ , определенное из (4), в (3), получим:

$$F_s = k_3 \frac{I_p^2}{\delta^2}. \quad (5)$$

Следовательно, электромагнитная сила притяжения прямопропорциональна квадрату силы тока, проходящего по обмотке реле, и обратно пропорциональна квадрату величины воздушного зазора между якорем и магнитопроводом.

Отсюда можно сделать следующие выводы:

а) Сила притяжения зависит от силы тока, проходящего через обмотку, и имеет постоянное направление, которое не зависит от направления тока.

б) При уменьшении воздушного зазора уменьшается также и магнитное сопротивление, а это в свою очередь вызывает увеличение магнитного потока (при неизмен-

ной величине I_p) и как следствие — увеличение электромагнитной силы притяжения F_a .

Характер зависимости F_a от δ при постоянной силе тока показан на рис. 2.

В качестве материала для магнитопровода и якоря реле наиболее часто применяются низкоуглеродистые электротехнические стали (марок Э, А и т. п.), содержащие углерод в количестве до 0,04%, выпускаемые в виде листов и прутков.

Время действия реле.

Якорь реле, срабатывая под действием электромагнитной силы притяжения, преодолевает силу противодействующей пружины и притягивается к магнитопроводу. Возврат якоря в исходное положение выполняется с помощью возвратной пружины.

Срабатывание промежуточного реле можно подразделить на два периода: трогания и движения якоря при срабатывании.

Период трогания состоит из двух ступеней. Начинается он с момента подачи питания на обмотку электромагнита. Как видно из кривой, приведенной на рис. 3, ток в обмотке реле нарастает постепенно, преодолевая создаваемую им э. д. с. самоиндукции.

Кривая нарастания тока в реле в зависимости от времени (кривая I на рис. 3) определяется следующим выражением:

$$I_p = \frac{U_p}{r_p} \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right),$$

где U_p — напряжение, подаваемое на обмотку реле;

r_p — активное сопротивление обмотки, ом;

T — постоянная времени обмотки, равная отношению индуктивности обмотки к ее активному сопротивлению, сек:

$$T = \frac{L_p}{r_p},$$

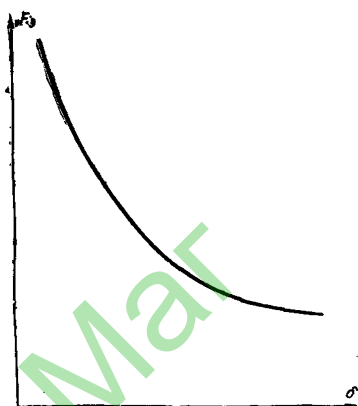


Рис. 2. Зависимость электромагнитной силы F_a от величины воздушного зазора δ .

L_p — индуктивность обмотки, гн.
 t — время, сек.

После того как сила тока достигает величины $I_{ср}$, при которой $F_в$ превысит силы, противодействующие движению якоря (сила возвратной пружины, трение в осях и др.), якорь начинает двигаться в сторону электромагнита.

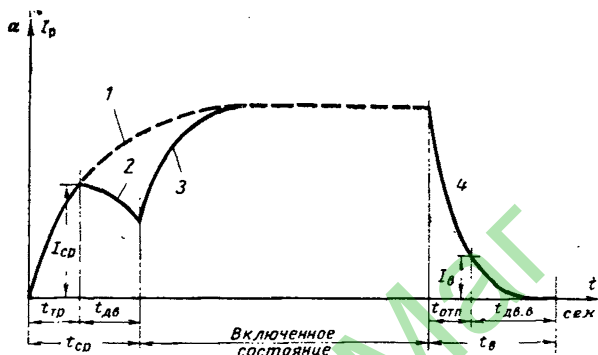


Рис. 3. Диаграмма изменения тока в обмотке реле при включении и отключении.

Если бы якорь оставался неподвижным, то сила тока продолжала бы возрастать до установившегося значения (кривая 1 на рис. 3). В процессе же движения якоря сила тока в обмотке (кривая 2 на рис. 3) будет снижаться.

Это объясняется возникновением противодействующей э. д. с. в связи с уменьшением воздушного зазора по мере приближения якоря к полюсу электромагнита, ибо при этом уменьшается сопротивление магнитной системы, и как следствие увеличивается магнитный поток. Изменение величины магнитного потока и вызывает появление противодействующей э. д. с.

Сила тока в обмотке реле при этом становится меньше тока срабатывания (см. рис. 3). Однако якорь реле не возвращается, так как с увеличением магнитного потока увеличивается и электромагнитная сила притяжения.

Время, в течение которого сила тока нарастает от нуля до величины тока срабатывания, называется *временем трогания* $t_{тр}$.

Время, прошедшее с момента трогания якоря до момента окончания его движения, называется *временем движения* при срабатывании и обозначается $t_{\text{дв}}$.

Сумма времени трогания и времени движения при срабатывании составляет *время срабатывания реле* $t_{\text{ср}}$.

После окончания движения якоря реле остается во включенном состоянии. При этом подвижная система находится в покое, а обмотка обтекается током.

В начальной стадии этого периода ток в обмотке нарастает до установившегося значения (кривая 3 рис. 3), после чего ток в обмотке остается неизменным. В данном режиме температура нагрева обмотки не должна превосходить допустимого значения.

После снятия напряжения с обмотки происходит возврат якоря реле в исходное состояние. Этот процесс так же, как и срабатывание, происходит двумя ступенями. Сначала ток спадает до величины тока возврата $I_{\text{в}}$ (кривая 4 на рис. 3), при котором электромагнитная сила становится равной противодействующей силе, стремящейся вернуть якорь в исходное положение.

Длительность этого процесса характеризуется временем отпускания $t_{\text{отп}}$, зависящим от условий отключения обмотки и от задерживающего действия вихревых токов в массивных частях электромагнита и короткозамкнутых контурах, если таковые имеются.

Перемещение якоря в исходное положение происходит за время $t_{\text{дв.в}}$, зависящее от силы нажатия контактов, силы возвратной пружины, массы якоря и сил трения.

Сумма времени отпускания и времени движения в процессе возврата называется *временем возврата реле* $t_{\text{в}}$.

Таким образом, на время действия реле оказывают влияние следующие факторы:

а) Величина постоянной времени обмотки $T = L_{\text{в}}/r_{\text{в}}$. Для ускорения срабатывания реле нужно уменьшать индуктивность обмотки или увеличивать ее активное сопротивление.

б) Величина противодействующих сил. Для получения быстроедействующих реле нужно ослаблять возвратную пружину, уменьшать вес якоря, уменьшать воздушный зазор, снижать силы трения в подвижной части реле и влияние вихревых токов, появляющихся во время срабатывания реле.

Способы замедления действия промежуточных реле.
В устройствах релейной защиты и автоматики используются промежуточные реле, имеющие некоторое замедление времени срабатывания или возврата.

Замедление действия при срабатывании может быть получено за счет уменьшения скорости нарастания магнитного потока в реле. Достигается это с помощью цилиндрической массивной медной гильзы (или медных колец), надетых на сердечник электромагнита. Сверху на гильзу наматывается обмотка реле (рис. 4).

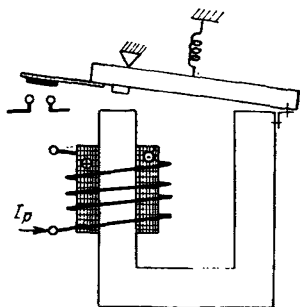


Рис. 4. Конструкция промежуточного реле замедленного действия.

Когда в обмотке реле начинает проходить ток, в медной гильзе индуцируется э. д. с. и появляется ток.

На рис. 5 (кривая 1) показан характер изменения во времени магнитного потока в магнитопроводе реле при отсутствии медной гильзы.

Индуктированный в медной гильзе ток создает свой магнитный поток (кривая 3 на рис. 5), направленный навстречу основному магнитному потоку, в результате чего скорость нарастания суммарного магнитного потока (кривая 2 на рис. 5) в реле замедляется, а следовательно, время срабатывания реле увеличивается. Отложив на оси Φ (рис. 5) величину магнитного потока, при котором срабатывает реле, $\Phi_{ср}$ и проведя через нее прямую, параллельную оси t , получим времена срабатывания реле без гильзы ($t_{ср}$) и с гильзой ($t_{ср.ам}$).

Использование медной гильзы для замедления реле на срабатывание неизбежно вызывает также и замедление его при возврате.

Обратимся снова к рис. 5, к правой его части, где показан процесс изменения магнитного потока реле при его отключении. При снятии напряжения с реле, не имеющего медной гильзы, характер изменения магнитного потока во времени показан кривой 4. Изменяясь по величине, исчезающий магнитный поток наводит в гильзе э. д. с., под действием которой в ней снова появляется ток (так же, как и при включении).

Этот ток создает магнитное поле, которое стремится поддержать исчезающий магнитный поток (кривая 6 на рис. 5). Суммарный магнитный поток (кривая 5 на рис. 5) исчезает поэтому медленнее, что вызывает увеличение времени возврата якоря реле в первоначальное положение. Чем массивнее гильза, тем меньше ее сопро-

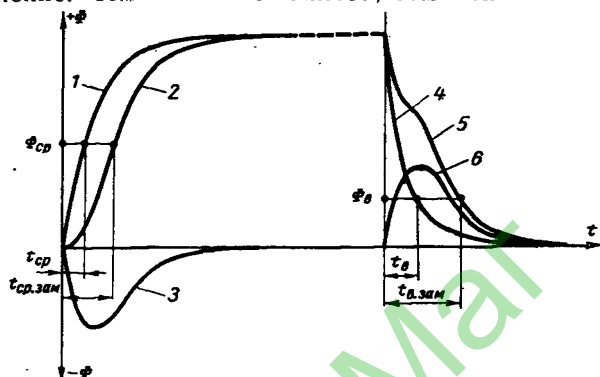


Рис. 5. Диаграмма изменения магнитного потока в магнитопроводе промежуточного реле замедленного действия при включении и отключении

тивление, тем больше индуктированный в ней ток, тем дольше он не затухает и тем больше время срабатывания и возврата реле.

С помощью медной гильзы можно получить замедление при срабатывании порядка 0,1—0,3 сек, а при возврате — до 1 сек.

Иногда для получения замедления реле на срабатывание и возврат пользуются и другими способами.

На рис. 6, а и б показаны схемы включения промежуточного реле, в которых замедление при срабатывании и возврате достигается с помощью дополнительных сопротивлений и конденсаторов. В схеме на рис. 6, а при замыкании пусковых контактов Р на схему подается напряжение U . В первый момент после включения происходит заряд конденсатора С током I_c , для чего требуется некоторое время. Через сопротивление r в этом режиме проходит сумма двух токов: I_c и $I_{\text{н}}$, поэтому на сопротивлении r создается повышенное падение напряжения, а напряжение на обмотке реле будет ниже величины срабатывания.

По мере заряда конденсатора ток I_c будет снижаться, падение напряжения на сопротивлении r будет умень-

шаться, а на обмотке реле Π , соответственно увеличиваясь, достигнет величины напряжения срабатывания.

При размыкании контактов P конденсатор разряжается на обмотку реле Π , задерживая тем самым его возврат в исходное положение. Таким образом, данная схема обеспечивает определенную выдержку времени при срабатывании и возврате. Величина выдержки времени регулируется соответствующим подбором величин сопротивления r и емкости

конденсатора C .

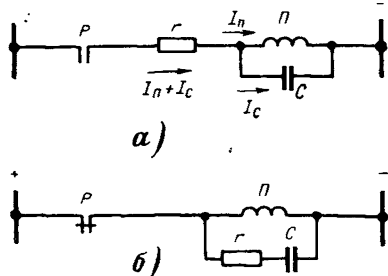


Схема на рис. 6,б обеспечивает замедление при возврате реле. В нормальном режиме контакт P замкнут, конденсатор C заряжен. При размыкании контакта P конденсатор C разряжается на обмотку реле Π , некоторое время поддерживая в ней прохождение тока, вследствие чего отход якоря реле Π происходит с замедлением.

Рис. 6. Схемы включения для получения замедления обычных промежуточных реле.

Сопротивление r ограничивает ток, проходящий через конденсатор в момент замыкания контактов P .

При замыкании контактов P реле Π срабатывает без замедления, так как на его обмотку подается полное напряжение. Изменяя величину сопротивления r и емкости конденсатора C , можно регулировать величину выдержки времени возврата реле.

К контактам промежуточных реле предъявляются следующие требования: малое переходное сопротивление, большая износостойчивость, малая склонность к привариванию, достаточно высокая электропроводность, большой срок службы.

Контакты, рабочая поверхность которых выполняется обычно в виде полусферы, прижимаются друг к другу с некоторым усилием. Соприкосновение контактных поверхностей происходит в одной или нескольких контактных точках.

При контактном давлении свыше 10 Г в контактных точках происходит смятие материалов и поэтому переходное сопротивление контактов уменьшается.

На величину переходного сопротивления существенное влияние оказывает также сопротивление окисных и сульфидных пленок, покрывающих контакты. Следует отметить, что при малых напряжениях оперативного тока может наблюдаться повышение сопротивления контактов благодаря влиянию указанных пленок.

Величина контактного давления у промежуточных реле, используемых в устройствах релейной защиты и автоматики, находится в пределах 50—100 Г.

Для контактов, выполненных из вольфрама, требуется большее давление, а именно до 350 Г, так как вольфрам подвержен атмосферной коррозии с образованием окисных и сульфидных пленок.

В процессе длительной работы поверхности контактов могут покрываться налетами копоти, пленками различных летучих, выделяемых изоляцией, а также пылью, непроводящими частицами и волокнами. Износ контактов может быть вызван механическими, химическими и электрическими факторами. Механический износ происходит при скольжении и ударах контактных поверхностей. Твердость контактного материала, форма контактных поверхностей, сила ударов и давление оказывают существенное влияние на величину механического износа.

Главной причиной разрушения контактов являются электрические разряды, возникающие при размыкании и замыкании цепей в особенности цепей постоянного тока с индуктивной нагрузкой. При этом на рабочих поверхностях контактов происходят явления плавления, испарения и распыления контактного материала, а также перенос металла с одного контакта на другой.

В качестве материалов для контактов реле применяют серебро, сплавы твердых и тугоплавких металлов (вольфрам, рений, молибден) и металлокерамические композиции.

Серебро, которое обладает малым контактным сопротивлением, высокой электропроводностью, хорошими технологическими свойствами и относительно невысокой стоимостью, получило большое распространение.

Контакты из вольфрама не свариваются, механически прочны и обеспечивают большой срок службы при больших напряжениях и индуктивных нагрузках (при токе до 3—5 а).

При небольших напряжениях вместо вольфрама применяется молибден. Контакты из вольфрама и молибде-

на непригодны для работы в условиях тропического климата из-за подверженности атмосферной коррозии. В тропических условиях заменителем вольфрама и молибдена является металл рений, близкий к вольфраму по своим свойствам. Рядом ценных качеств обладают металлокерамические контакты. Они износоустойчивы, тугоплавки, не привариваются, имеют высокую электро- и теплопроводность.

Размеры контактов зависят от величины коммутируемого тока, материала контактов, режима работы, требуемого срока службы и допустимого перегрева.

Предельная величина тока в цепи контактов определяется температурой нагрева, при которой начинается уменьшение механической прочности материала контактов. Допустимая нагрузка контактов характеризуется также величиной допустимой разрываемой мощности. Срок службы контактов зависит от величины и рода нагрузки, конструкции подвижной и контактной систем, частоты работы и регулировочных параметров реле.

В заключение следует отметить, что абсолютно надежных контактов нет. Следует помнить, что при больших контактных давлениях будет значительно меньше нарушений нормальной работы контактов, чем при малых давлениях. Для повышения надежности применяют параллельное и последовательное включение контактов. При последовательном включении контакты могут разорвать большой ток. Параллельное включение контактов повышает надежность замыкания цепи.

2. КОНСТРУКЦИИ И ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ И УКАЗАТЕЛЬНЫХ РЕЛЕ

Все промежуточные и указательные реле, рассматриваемые в этой главе, предназначены для монтажа на вертикальной плоскости. Реле могут использоваться в установках с передним и задним присоединением внешнего монтажа. Изоляция токоведущих частей реле относительно магнитопровода выдерживает 2 000 в переменного тока 50 гц в течение 1 мин.

Некоторые технические данные реле серии ЭП приведены в табл. 1 и в приложении П2.

Реле типа ЭП-1 применяется в схемах на оперативном постоянном токе, имеет малые размеры и предназначе-

Таблица 1

Тип реле	Время, сек		Последовательная обмотка				Параллельная обмотка			
	срабатывания	возврата	Ток, % $I_{ном}$			Потребление, $вт$, при $I_{ном}$	Напряжение, % $U_{ном}$			Потребление, $вт$, при $U_{ном}$
			срабаты- вания	удержива- ния	длительно допусти- мый		срабаты- вания	удержи- вания	длительно допустимое	
ЭП-1	$\Delta 0,04$	—	50	—	—	0,5	50	—	—	0,5
ЭП-101А	$\Delta 0,03$	0,02	—	—	—	—	70	—	110	7
ЭП-103А	$\Delta 0,03$	0,02	—	—	—	—	70	—	110	7
ЭП-131	—	—	100	—	300 (2 сек)	—	—	70	110	4
ЭП-132	$\Delta 0,03$	—	100	—	—	—	—	70	110	20
ЭПВ-11	$\Delta 0,06$	—	—	—	—	—	70	—	110	3
ЭПВ-11/3	$\Delta 0,06$	—	—	80	300 (5 сек)	2,5	70	—	110	3
ЭПВ-11/4	$\Delta 0,06$	—	—	80	300 (5 сек)	2,5	70	—	110	3
ЭПВ-12	$\Delta 0,06$	—	—	—	—	—	70	—	110	3
ЭПВ-32	—	$\Delta 0,4-0,8$	—	—	—	—	70	—	110	6

но в основном для встраивания в корпуса других реле.

Реле изготавливают в двух исполнениях: с последовательной и параллельной обмоткой.

На якоре реле (рис. 7) расположен самоустанавливающийся контактный диск с тремя серебряными контактами. К основанию скобы магнитопровода прикреплена изоляционная плитка, несущая три изолированных друг от друга неподвижных контакта. Таким образом, реле имеет два замыкающих контакта с общей точкой. Обмотка и контакты имеют выводные зажимы. Реле снабжено угольником с двумя отверстиями для крепления его на вертикальной плоскости.

Контакты реле рассчитаны на длительный ток замыкания 5 а и способны разрывать цепи постоянного тока с индук-

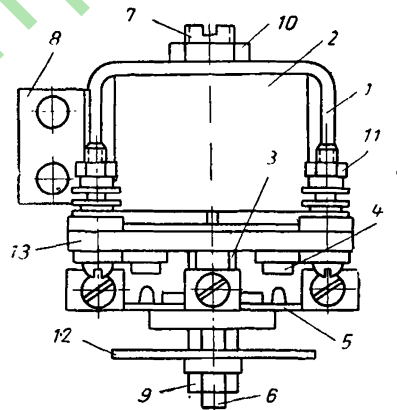


Рис. 7. Конструкция реле ЭП-1.

1 — магнитопровод; 2 — обмотка; 3 — якорь; 4 — неподвижные контакты; 5 — диск с подвижными контактами; 6 — ось якоря; 7 — упор; 8 — угольник для крепления реле; 9 — гайки для крепления нижнего диска; 10 — гайка для крепления упора; 11 — выводы; 12 — нижний диск; 13 — основание реле.

тивной нагрузкой мощностью 100 вт при токе не более 0,75 а и напряжении не более 220 в.

Реле типов ЭП-101А и ЭП-103А имеют магнитную систему клапанного типа с одной параллельной обмоткой (рис. 8).

Реле ЭП-101А имеет 2 замыкающих и 2 размыкающих контакта; реле ЭП-103А — 4 замыкающих контакта.

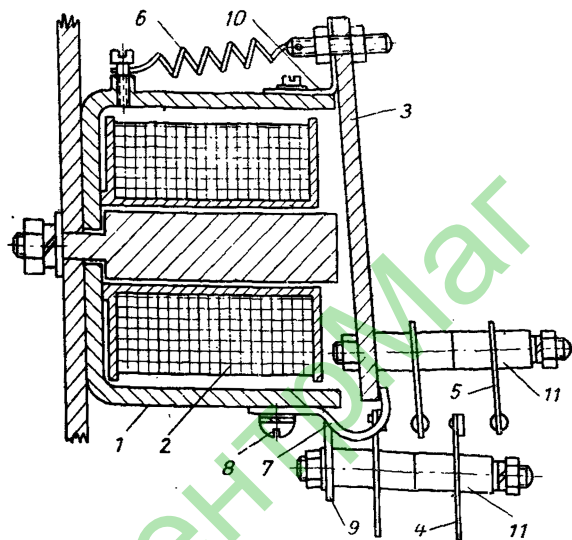


Рис. 8. Конструкция реле ЭП-101.

Реле собирают на Ш-образной магнитной системе 1, на среднем стержне которой находится катушка с обмоткой 2. Якорь реле 3 поворачивается относительно магнитопровода на бронзовом угольнике 10, который укреплен одной стороной к якорю, а другой — к магнитопроводу. Якорь возвращается в исходное положение под действием пружины 6. Ход якоря ограничивается скобой 7.

Подвижные контакты мостикового типа 5 укреплены на якоре, неподвижные 4 — на скобе 9, прикрепленной к магнитопроводу винтом 8. Контакты изолированы друг от друга изоляционными колонками 11.

Контакты могут длительно пропускать 5 а. На постоянном токе максимальный ток размыкания при безындуктивной нагрузке и напряжении 220 в состав-

ляет 1 а, при 110 в — 5 а. Максимальный ток размыкания при индуктивной нагрузке и напряжении 220 в составляет 0,5 а, при 110 в — 4 а. На переменном токе максимальный ток размыкания при напряжении 220 в составляет 5 а, при 110 в — 10 а.

Конструкция реле типов ЭП-131, ЭП-132 аналогична конструкции реле ЭП-101А и ЭП-103А, но на сердечнике электромагнита расположены две обмотки: последовательная (рабочая) и параллельная (удерживающая).

Реле имеет два замыкающих и два размыкающих контакта.

Коммутационная способность контактов такая же, как у реле ЭП-101А и ЭП-103А.

Реле типов ЭПВ-11, ЭПВ-11/3, ЭПВ-11/4 и ЭПВ-12, которые применяют в цепях постоянного тока, имеют небольшую выдержку времени на срабатывание.

Реле ЭПВ-11 и ЭПВ-12 имеют одну параллельную обмотку. Реле ЭПВ-11/3 и ЭПВ-11/4 имеют по три обмотки: одну параллельную (рабочую) и две последовательные (удерживающие), работающие независимо друг от друга и включаемые последовательно с обмотками других реле и аппаратов.

Реле ЭПВ-11, ЭПВ-11/3 имеют четыре замыкающих контакта; ЭПВ-12 — два замыкающих и два размыкающих контакта; ЭПВ-11/4 — три замыкающих контакта.

Реле, конструкция которого аналогична ЭП-101 и ЭП-103, собирают на Ш-образной магнитной системе 1 (рис. 9); на среднем стержне находится обмотка 2 и короткозамкнутые демпферные шайбы 11, насаженные с передней стороны и удерживаемые диском 12.

При подаче напряжения на рабочую обмотку реле в демпферных шайбах наводится э. д. с., вследствие чего происходит замедленное нарастание магнитного потока, что создает выдержку времени на срабатывание реле.

Якорь реле 3 поворачивается относительно скобы магнитопровода 1 на штифтах 13; ход якоря ограничивается скобой 7, возвращается якорь в исходное положение под действием пружины 6, растяжение которой регулируется винтом 10. Подвижные контакты мостикового типа 5 укреплены на якоре 3, неподвижные 4 — на скобе 9, установленной на магнитопроводе 1 и укрепленной винтом 8.

Коммутационная способность контактов такая же, как у реле ЭП-101А.

Реле типа ЭПВ-32 применяется в цепях постоянного тока, когда требуется небольшая выдержка времени реле на возврат.

Реле собирают на Ш-образной магнитной системе (рис. 9), на среднем стержне которой находятся обмотки и демпферные шайбы, расположенные с передней сторо-

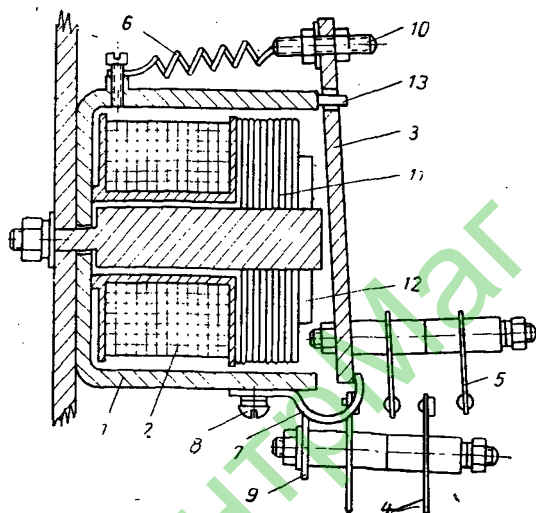


Рис. 9. Конструкция реле ЭПВ-11.

ны. Реле имеет две обмотки: параллельную (рабочую) и короткозамкнутую.

При отключении реле от сети благодаря наличию короткозамкнутой обмотки и демпферных шайб создается замедление на отпадание якоря.

Во избежание залипания якоря после обесточивания обмотки реле в магнитной цепи между торцом магнитопровода и якорем предусмотрена пластина из немагнитного материала толщиной 0,1 мм, укрепленная на якоре.

Реле имеет два размыкающих и два замыкающих контакта. Подвижные контакты мостикового типа укреплены на якоре, неподвижные — на скобе магнитопровода.

Основные технические данные реле представлены в табл. ПЗ. Время от момента отключения от сети обмотки реле (находившейся под номинальным напряже-

нием не менее 0,5 сек) до момента размыкания замыкающих контактов не менее 0,4 сек.

Выдержка времени на возврат при снятии номинального напряжения с обмотки путем ее закорачивания равна примерно 0,8 сек.

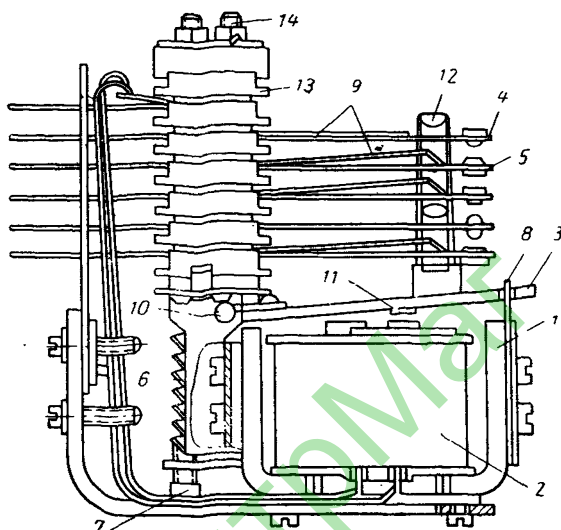


Рис. 10. Конструкция реле МКУ-48.

1 — магнитопровод; 2 — обмотка; 3 — якорь; 4 — контакты подвижные; 5 — контакты неподвижные; 6 — возвратная пружина; 7 — винт для натяжки возвратной пружины; 8 — упор якоря; 9 — упорные пружины; 10 — ось якоря; 11 — медная прокладка на якоря; 12 — изолирующая рамка для замыкания контактов; 13 — изолирующие прокладки; 14 — винты для сборки контактов.

Реле серии МКУ предназначены для работы в цепях постоянного и переменного тока напряжением до 220 в.

Обмотка реле длительно выдерживает 110% $U_{ном}$.

Коммутационная способность контактов такая же, как и у реле ЭП-101А, но контакты могут длительно выдерживать ток 2 а.

Реле серии МКУ-48 (рис. 10) постоянного тока надежно срабатывают при токе или напряжении не более 80%, а переменного тока — при токе или напряжении, равном 85% номинального значения. Потребляемая мощность реле постоянного тока составляет не более 3 вт, а реле переменного тока при притянутом якоре — не более 5 ва для МКУ-48с и не более 7,5 ва для МКУ-48.

Разрывная мощность контактов в цепи постоянного тока при напряжении до 220 в с индуктивной нагрузкой без искрогашения будет 50 вт, в цепи переменного тока при напряжении до 220 в — 500 ва.

Длительно допустимый ток через замкнутые контакты, как переменный, так и постоянный, равен 3 а.

В отличие от других реле изоляции токоведущих частей реле МКУ-48с относительно магнитопровода выдерживает напряжение 1 500 в.

Каркас катушки реле сделан из пластмассы и допускает размещение одной самостоятельной обмотки. Реле выпускают в корпусе и без корпуса. При монтаже нескольких реле в общем корпусе для уменьшения взаимного подогрева рекомендуется устанавливать их на расстоянии не менее 20 мм одно от другого.

Максимальное количество контактных пружин, установленных на реле, составляет: для реле МКУ-48 без корпуса — 16, для реле МКУ-48 и МКУ-48с в корпусе — 8.

При нормальных условиях реле МКУ-48 и МКУ-48Т под нагрузкой выдерживают 1 млн. срабатываний, а реле МКУ-48с — 100 тыс. срабатываний, после чего допускается изменение контактных давлений и зазоров на +30% начальных.

Время срабатывания реле при нормальной регулировке контактов и номинальном напряжении составляет не более 35 мсек для реле с восемью контактными пружинами и не более 60 мсек для реле с шестнадцатью контактными пружинами.

Некоторые общие сведения о реле серии МКУ приведены в табл. 2.

Технические данные реле МКУ-48 и МКУ-48с постоянного тока приведены в табл. 3, а переменного тока в табл. 4.

Реле типов РП-23 и РП-24 применяют на оперативном постоянном токе. Катушки реле типов РП-23, РП-24 вы-

Таблица 2

Тип реле	Предназначены для работы	
	при температуре окружающей среды, °С	относительной влажности воздуха, %
МКУ-48	От +10 до +35	60—75
МКУ-48с	От —50 до +50	95
МКУ-48Т	От +4 до +45	98

Таблица 3

Тип реле	Номинальное напряжение, в	Ток срабатывания, а	Число витков обмотки	Диаметр провода ПЭЛ	Сопротивление обмотки, ом	Количество контактных групп
МКУ-48	12	0,12—0,21	2 100	0,21	85	4
	24	0,063—0,072	4 000	0,16	280	6
		0,047—0,06	4 000	0,15	320	4
		0,032—0,035	5 500	0,14	510	2—4
		0,014	8 000	0,11	1 200	2
	48	0,03	7 500	0,11	1 100	2—6
		0,028	8 000	0,11	1 200	2
		0,02—0,23	10 000	0,1	1 900	4
		0,008	15 000	0,08	4 000	2
	110	0,018	15 500	0,08	4 600	4
		0,014—0,077	17 000	0,07	6 000	2—6
	220	0,0045—0,009	27 000	0,05	20 000	2—8
	24	0,06	4 000	0,15	320	4
		0,033—0,04	5 500	0,14	510	2—4
МКУ-48с		0,033	6 000	0,13	650	2
		0,017	8 000	0,11	1 200	2
		0,02	5 500	0,14	510	4
	48	0,019	10 000	0,1	1 900	2—4
		0,0085	15 000	0,08	4 400	2
	110	0,01—0,012	17 000	0,07	17 000	2—4
	220	0,007—0,019	27 000	0,05	27 000	2—4

Таблица 4

Тип реле	Номинальное напряжение, в	Ток срабатывания, а	Число витков обмотки	Диаметр провода ПЭЛ	Сопротивление обмотки, ом	Количество контактных групп
МКУ-48	110	0,85	3 100	0,18	181	4
		0,043	5 800	0,13	610	4
		0,04	6 000	0,13	650	4
		0,03	7 000	0,12	900	2
	127	0,04	6 700	0,12	810	4
		0,036	7 000	0,12	900	2—6
		0,03	7 500	0,11	1 100	2
		0,22	10 000	0,1	1 900	8
	220	0,032	10 000	0,1	1 900	4—6
		0,029	10 000	0,1	1 900	2
		0,025	11 600	0,09	2 600	4
		0,022	12 000	0,09	2 700	4
		0,018	15 500	0,08	4 600	2
		0,038	6 000	0,13	650	4
МКУ-48с	110	0,04	6 000	0,13	650	4
		0,036	7 000	0,12	900	4
		0,022	12 000	0,09	2 700	4

полнены только с одной параллельной обмоткой, катушки реле типа РП-232 имеют две обмотки: одну параллельную и одну последовательную. Катушки реле РП-233 имеют три обмотки — одну параллельную и две последовательные.

Реле типа РП-232 используют в тех случаях, когда требуется действие реле от тока с удерживанием от напряжения, а **реле типа РП-233**, — когда требуется действие реле от напряжения с удерживанием от тока. Удерживающие обмотки включены через замыкающие контакты реле.

Реле типов РП-23 и РП-24 выпускают с четырьмя замыкающими и одним размыкающим контактом. Перестановкой (поворотом на 180°) неподвижных контактов можно осуществить следующие комбинации из контактов: 2 размыкающих и 3 замыкающих, 3 размыкающих и 2 замыкающих, 4 размыкающих и 1 замыкающий.

Реле типа РП-232 имеет 2 замыкающих и 2 размыкающих контакта, причем один замыкающий контакт включен последовательно с удерживающей обмоткой.

Реле типа РП-233 имеет 1 замыкающий и 1 размыкающий контакты, а также по одному замыкающему контакту в цепи каждой удерживающей обмотки.

Конструкция реле РП-23, РП-232, РП-233 показана на рис. 11, схема внутренних соединений — на рис. 12.

Реле состоит из электромагнита 1 с обмоткой 2, якоря 3 с хвостовиком 4, неподвижных контактов 5, подвижной контактной системы 6, возвратной пружины 7, упоров 8 и 12, регулировочной пластины 9. Реле смонтировано на пластмассовом цоколе 10 и закрывается кожухом 11.

При подаче напряжения на обмотку реле якорь реле притягивается к торцу электромагнита. Хвостовик якоря, действуя на подвижную систему контактов, производит их переключение. При снятии напряжения с обмотки реле подвижная система возвращается в исходное положение под воздействием возвратной пружины 7.

В реле типа РП-24 (рис. 13) дополнительно встроил указатель срабатывания. При срабатывании реле ось штока 12 толкает пружину 13, освобождающую указатель срабатывания 15, который под воздействием пружины 14 выпадает. Возврат указателя в исходное положение осуществляется вручную с помощью кнопки возвра-

та 16. Упор 17 изменяет начальное положение якоря относительно сердечника.

Основные технические данные реле приведены в табл. 5 и в приложении (табл. П1).

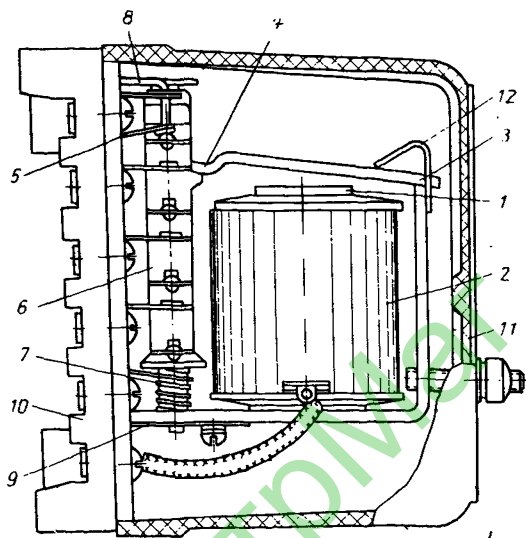


Рис. 11. Конструкция реле типов РП-23, РП-232, РП-233.

Разрывная мощность контактов реле РП-23, РП-24, РП-232 и РП-233: в цепи постоянного тока с безындуктивной нагрузкой 1 а при напряжении 110 в; при индуктивной нагрузке 0,5 а при напряжении 220 в и 4 а при напряжении 110 в; в цепи переменного тока 5 а при напряжении 220 в и 10 а при напряжении 110 в.

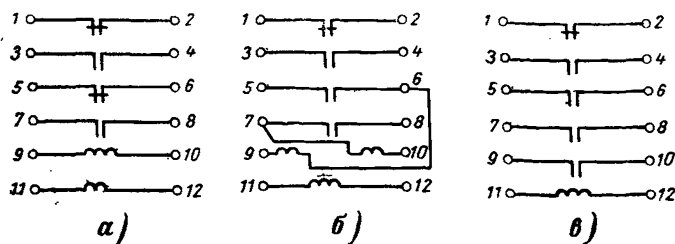


Рис. 12. Схемы внутренних соединений реле.
а — РП-232; б — РП-233; в — РП-23, РП-24, РП-25, РП-26.

Реле типов РП-25 и РП-26 (рис. 14) применяются в цепях переменного тока. Схема внутренних соединений реле приведена на рис. 12,в.

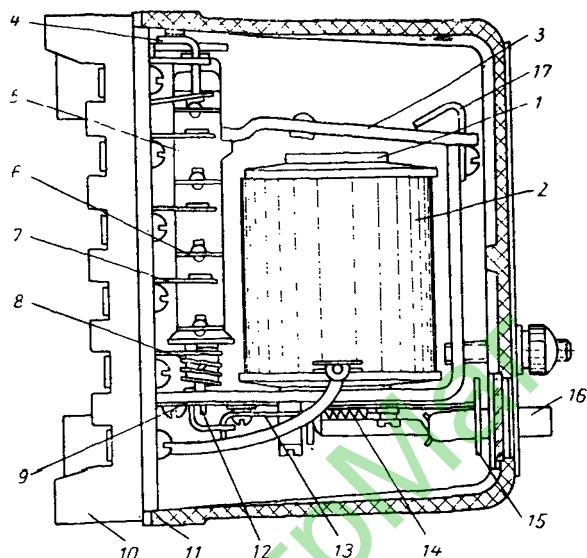


Рис. 13. Конструкция реле РП-24.

Реле смонтировано на пластмассовом основании 1. Магнитопровод 2 реле выполнен из листовой электротехнической стали, набранной в пакет. Между ярком 4 и магнитопроводом проложена бронзовая пластина 3 толщиной 0,1—0,15 мм, которая предотвращает залипание ярка. Обмотка катушки 5 намотана на пластмас-

Таблица 5

Тип реле	Время, сек		Последовательная обмотка				Параллельная обмотка			
	срабатывания	возврата	Ток, % $I_{ном}$			Потребление при $I_{1,0м}$, Вт	Напряжение, % $U_{ном}$			
			срабаты- вания	удержи- вания	длительно допустимый		срабаты- вания	удержи- вания	длительно допустимое	Потребле- ние при $U_{ном}$, Вт
РП-23	0,06	—	—	—	—	—	70	—	110	6
РП-24	0,06	—	—	—	—	—	70	—	110	6
РП-232	0,03	—	100	—	300 (3 сек)	6	—	70	110	4
РП-233	0,03	—	—	80	125 (10 сек)	4	—	—	110 (20 сек)	20

совом каркасе и удерживается на сердечнике магнитопровода пластинкой 6.

Реле П-26 в отличие от реле РП-25 имеет встроенный указатель срабатывания с ручным возвратом.

Контактная система реле имеет такое же устройство, как реле РП-23, РП-24.

Реле выполняют с обмотками на 100, 127 и 220 в, которые рассчитаны на длительную работу при напряжении 110% номинального и потребляют не более 8 ватт при номинальном напряжении.

Реле четко срабатывает при 85% номинального напряжения и выше, при снижении напряжения до величины не менее 5% четко возвращается

в исходное положение. Длительно допустимый ток через контакты 5 а. Коммутационная способность контактов такая же, как и у реле РП-23, РП-24. Время срабатывания при номинальном напряжении не более 0,06 сек.

Реле типов РП-250. На рис. 15 показана конструкция РП-252.

Крепление катушек реле всех типов серии РП-250, кроме катушек реле РП-251, осуществляется при помощи угольника 13. Катушка реле РП-251 крепится при помощи кольца с двумя винтами. При подаче напряжения на обмотку реле якорь 6 притягивается к сердечнику, упирается в выступающую часть штока и перемещает его вместе с подвижными контактами, при этом производится замыкание и размыкание соответствующих контактов.

Реле типа РП-251 имеет выдержку времени при срабатывании, которая может регулироваться от 0,07 до 0,11 сек, а реле РП-252 — выдержку времени при возврате, регулируемую в пределах 0,5—1,1 сек.

Замедление действия реле осуществляется с помощью изменения количества медных шайб 5, которые у реле

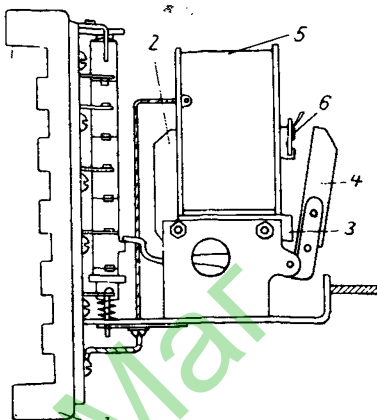


Рис. 14. Конструкция реле РП-25.

РП-251 расположены перед обмоткой, а у реле РП-252 за обмоткой.

Основные параметры реле серии РП-250 приведены в табл. П1, а некоторые технические характеристики

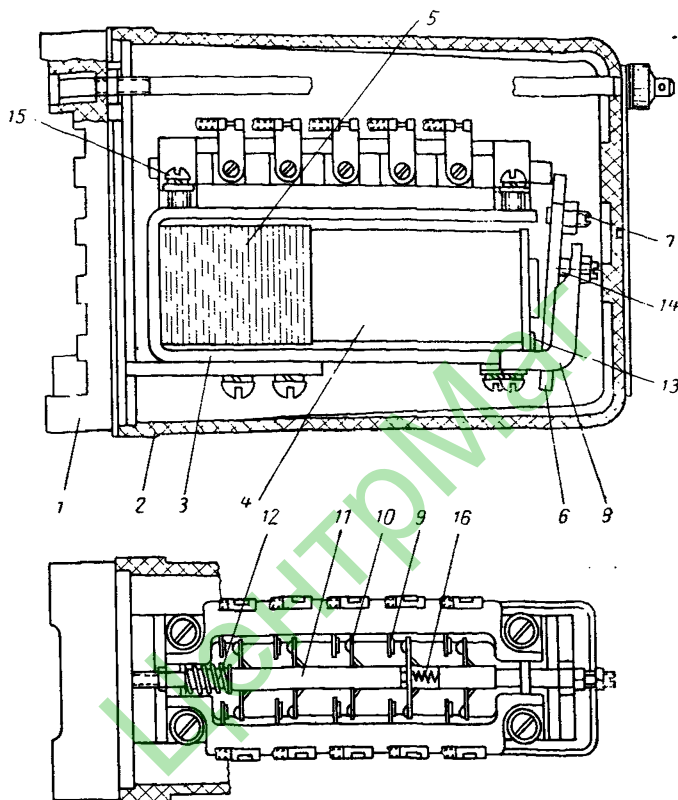


Рис. 15. Конструкция реле РП-252.

1 — цоколь; 2 — кожух; 3 — магнитопровод; 4 — обмотка; 5 — медные шайбы; 6 — якорь; 7 — регулировочный винт; 8 — скоба; 9 — неподвижные контакты; 10 — подвижные контакты; 11 — траверса; 12 — возвратная пружина; 13 — угольник для крепления катушки; 14 — контргайка; 15 — винт; 16 — контактная пружина.

реле, применяемых в схемах защит на постоянном оперативном токе, в табл. 6.

Следует иметь в виду, что замедление на срабатывание и возврат реле РП-251 и РП-252 зависят от напряжения на его обмотке. Некоторые опытные данные приведены в табл. 7 при $U_{ном} = 110$ в.

Таблица 6

Тип реле	Число обмоток			Время, сек		Последовательная обмотка				Параллельная обмотка		
	параллельных	последовательных	демпферных	срабатывающая	возвратная	Ток, % $I_{ном}$				Напряжение, % $U_{ном}$		
						срабатывающая	удерживающая	длительного допустимый	Потребление при $I_{ном}$, Вт	срабатывающая	удерживающая	длительно-допустимая
РП-251	1	—	—	0,07—0,11	—	—	—	—	—	70	—	110
РП-252	1	—	—	—	0,5—1,1	—	—	—	—	70	—	110
РП-253	1	3	1	0,4—0,07*	—	—	80	—	≤ 1	70	—	110
РП-254	1	1	1	0,05	0,5*	70	—	300 (3 сек)	≤ 6	—	65	110
РП-255	1	3	—	0,05	—	—	80	200 (10 сек)	≤ 1	70	—	110

*При введенной демпферной обмотке.

Схемы внутренних соединений реле серий РП-250 показаны на рис. 16. Напряжение возврата реле РП-252 должно быть не менее 5% номинального при времени возврата 0,5 сек и 2% номинального при 1,0 сек.

Таблица 7

Напряжение на обмотке реле, в	РП-251		РП-252
	Время срабатывания, сек	Время возврата, сек	Время возврата, сек
80	0,19	0,2	1,4
85	0,18	0,2	1,42
90	0,16	0,2	1,43
100	0,14	0,2	1,46
105	0,09—0,11	0,2	1,48
110	0,09—0,1	0,2	1,49
115	0,09—0,1	0,2	1,5
120	0,09—0,1	0,2	1,5

Реле РП-253 имеет пять обмоток: одну параллельную рабочую, одну демпферную для создания выдержки времени и три последовательные удерживающие, действующие независимо друг от друга. Рабочая и демпферная обмотки намотаны на одном каркасе, удерживающие — на другом.

Подвижная система четко возвращается в исходное положение при плавном снижении напряжения до 5% номинального.

Параллельная обмотка в течение 20 сек выдерживает 110% номинального напряжения, а последовательная в течение 10 сек — двукратный номинальный ток.

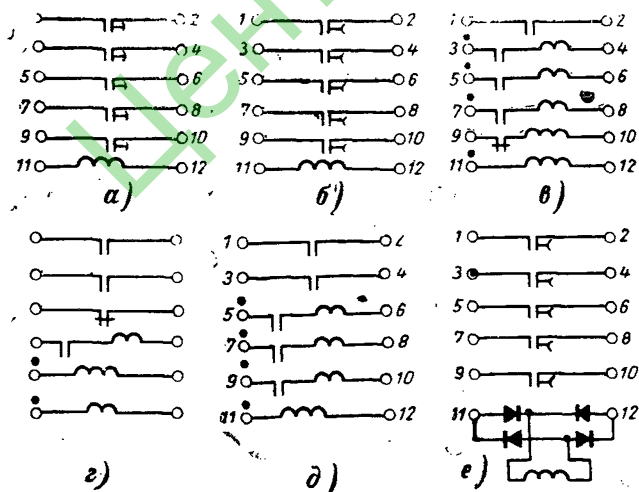


Рис. 16. Схемы внутренних соединений реле.
а — РП-251; б — РП-252; в — РП-253; г — РП-254; д — РП-255;
е — РП-256.

Реле типа РП-254 имеет три обмотки: последовательную рабочую; параллельную, выполняющую функции удерживающей, и демпферную, включенную последовательно с замыкающим контактом для создания выдержки времени. Реле срабатывает от тока с удерживанием от напряжения. Возврат реле при снятии напряжения осуществляется с выдержкой времени.

Реле имеет один размыкающий и четыре замыкающих контакта, один из которых включен в цепь демпферной обмотки. Один из замыкающих контактов на замымы реле не выведен.

Реле типа РП-255 имеет четыре обмотки: одну параллельную (рабочую) и три токовые последовательные, работающие независимо друг от друга. Рабочая и удерживающие обмотки намотаны на разных каркасах. Реле имеет пять замыкающих контактов, три из них включены последовательно с удерживающими обмотками. Реле РП-255 так же, как и РП-253 срабатывает при подаче на него напряжения и может удерживаться в рабочем положении током, проходящим по последовательной обмотке.

Подвижная система реле четко возвращается в исходное положение при плавном снижении напряжения до 5% номинального.

Реле типа РП-256, имеющее конструкцию, аналогичную РП-252, применяется в цепях переменного тока и присоединяется к сети через выпрямительный мост, набранный из полупроводниковых диодов, встроенных в реле.

Реле выпускается на номинальные напряжения переменного тока 24, 48, 100, 127 и 220 в, и допускают длительную работу при 110% $U_{н}$. Реле четко срабатывают при напряжении выше 70% номинального. Мощность, потребляемая реле при номинальном напряжении, равна 8 в.а. Выдержка времени реле при отпадании якоря регулируется величиной воздушного зазора между якорем и магнитопроводом в пределах 1,1 сек.

Реле имеет пять замыкающих контактов с двойным разрывом.

В реле предусмотрена возможность получения различных контактных групп перестановкой контактных подвижных мостиков и неподвижных угольников, превращающей замыкающий контакт в размыкающий.

Коммутационная способность контактов реле всех типов серии РП-250 указана в табл. 8.

Контакты реле длительно выдерживают ток 5 а.

Реле серии РП-210 являются быстродействующими промежуточными реле. Реле типов РП-211, РП-212, РП-215 имеют по одной параллельной обмотке, реле типов РП-213 и РП-214 имеют, кроме рабочих параллель-

Таблица 8

Нагрузка	Напряжение, в		Наибольший ток замыкающий, а
	постоянного тока	переменного тока	
Безындуктивная	220	—	1,0
	110	—	5,0
Индуктивная ($T=5 \cdot 10^{-3}$ сек)	220	—	0,5
	110	—	2
	—	220	5
	—	110	10,0

ных обмоток, удерживающие последовательные обмотки (РП-213 — две, РП-214 — три обмотки). Каждая из удерживающих обмоток включена через замыкающий контакт реле.

Реле РП-211 имеет два переключающих контакта, РП-215 — два замыкающих и два размыкающих контакта, а реле РП-212, РП-213 и РП-214 — четыре замыкающих контакта.

Реле, конструкция которого показана на рис. 17, смонтировано на пластмассовом основании 1.

Шихтованный сердечник электромагнита 2, набранный из листовой электротехнической стали, уменьшает тормозное действие вихревых токов и, следовательно, уменьшает время действия реле. Рабочие торцы сердечника зашлифованы. Торцы, к которому притягивается якорь, имеет круглый паз со вставленной в него медной пластинкой 3, препятствующей залипанию якоря.

Подвижная система реле состоит из облегченного якоря 4, выполненного из листовой электротехнической стали и приклепанного к нему легкого алюминиевого поводка 5, на конце которого жестко закреплена изоляционная рамка 6.

Алюминиевый поводок вместе с якорем и рамкой может свободно поворачиваться на оси, установленной в отверстиях скобы 7. Для предохранения оси от выпадения служат пластинки 8, привернутые к телу скобы винтами. Обмотка катушки 9 намотана на пластмассовом каркасе и удерживается на сердечнике магнитопровода пластинкой 10. При подаче напряжения на обмот-

ку реле (напряжение срабатывания должно быть не более 50—60% $U_{ном}$) якорь притягивается к торцу электромагнита. Изоляционная рамка воздействует на подвижные контактные пластинки 11 и производит переключение контактов. Подгибанием неподвижных контактов 15 и упорных пластинок 14 регулируется зазор.

Реле серии РП-210 имеют по две контактные группы, которые вместе с изоляционными колодками 12 укреплены на выступе скобы 7.

Для гашения вибрации контактов и уменьшения времени срабатывания реле неподвижные контактные пластины имеют продольный разрез. На каждой контактной пластине имеется по два серебряных контакта.

При снятии напряжения с обмотки реле типов РП-211, РП-212 и РП-215 подвижная система возвращается в исходное положение под действием противодействующих сил контактной системы.

В реле типов РП-213 и РП-214 якорь удерживается в притянутом положении при наличии тока в любой из удерживающих обмоток и отсутствии напряжения на рабочей обмотке.

Для увеличения быстродействия реле последовательно с рабочей обмоткой включено добавочное сопротивление 16, уменьшающее постоянную времени цепи рабочей обмотки реле.

Основные технические данные реле приведены в табл. П1.

Время срабатывания реле при подаче номинального напряжения для всех типов реле серии РП-210 не более 10 мсек. Реле четко срабатывает при напряжении 70% $U_{ном}$.

Параллельные обмотки реле серии РП-210 всех типов длительно выдерживают 110% $U_{ном}$. Последовательные обмотки реле типов РП-213 и РП-214 допускают обтекание током $2I_{ном}$ в течение 10 сек.

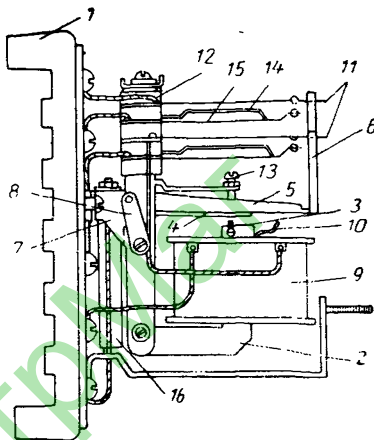


Рис. 17. Конструкция реле РП-211.

Разрывная мощность контактов в цепи постоянного тока с индуктивной нагрузкой ($T \leq 5 \cdot 10^{-3}$ сек) — не более 50 вт при токе до 2 а или напряжении до 220 в.

Допустимый ток замыкания контактов реле 10 а в течение 10 сек.

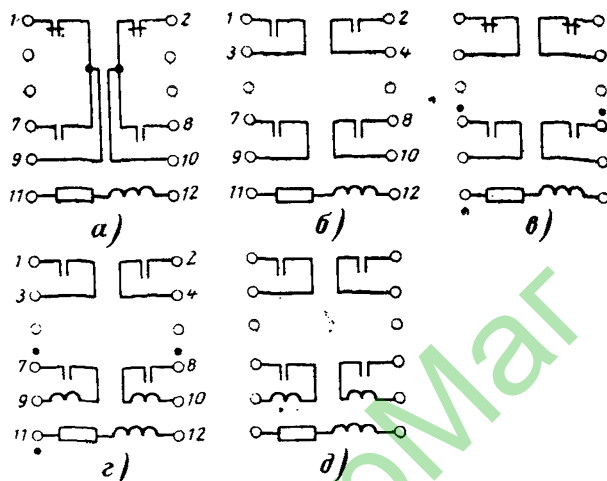


Рис. 18. Схемы внутренних соединений реле.

а — РП-211; б — РП-212; в — РП-213; г — РП-214.

Электрическая изоляция между обмотками катушек реле типов РП-213 и РП-214 выдерживает 1 000 в, 50 гц в течение 1 мин.

Механизм всех типов реле серии РП-210 выдерживает 1 000 срабатываний при обесточенных контактах.

Схемы внутренних соединений реле даны на рис. 18.

Промежуточные реле типов РП-321 и РП-341 предназначены для непосредственного включения во вторичную цепь измерительных трансформаторов тока и могут управляться контактами других реле.

Реле типа РП-321 (рис. 19,а) смонтировано на пластмассовом основании 1. Сердечник электромагнита 2 набран из листовой электротехнической стали. Рабочие торцы его зашлифованы. Торцы, к которому притягивается якорь 4, имеет круглый паз со вставленной в него медной пластинкой 3, препятствующей залипанию якоря. Подвижная система реле состоит из облегченного якоря 4, выполненного из листовой электротехнической стали, и приклепанного к нему латунного поводка 5, на

конце которого жестко закреплен толкатель из текстолита 6 и упор 15 для регулировки зазора между магнитопроводом и якорем.

Латунный поводок вместе с якорем и толкателем может свободно поворачиваться на оси, установленной в от-

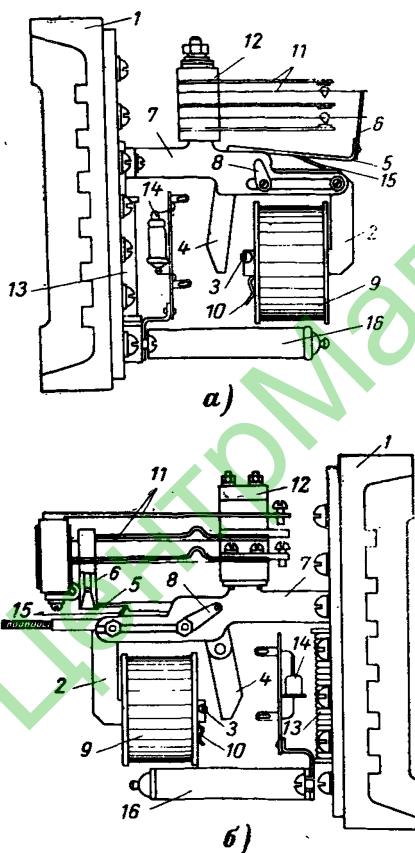


Рис. 19. Конструкция реле:
а — РП-321; б — РП-341.

верстиях скобы 7. Для предохранения оси от выпадания служат пластинки 8, привернутые к телу скобы винтами.

Обмотка катушки 9 намотана на пластмассовом каркасе и удерживается на сердечнике магнитопровода пластинкой 10.

Подвижные и неподвижные контактные пластины 11 укреплены на скобе магнитопровода при помощи изоляционных колодок 12.

Обмотка реле подключена ко вторичной цепи трансформатора 13, встроенного в корпус реле, через выпря-

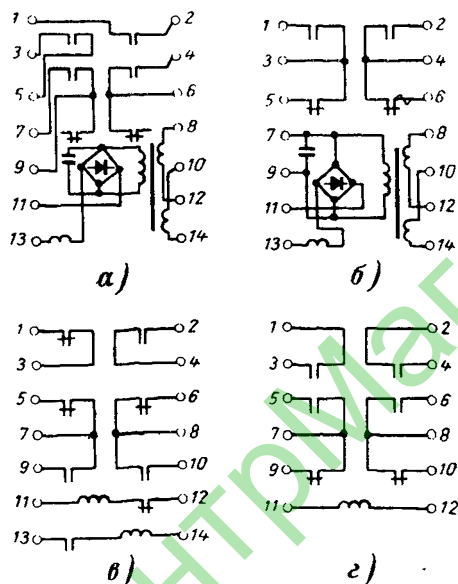


Рис. 20. Схема внутренних соединений реле.

а — РП-321; б — РП-341; в — РП-351, РП-352; г — РП-311.

мительный мост, собранный на германиевых выпрямителях 14 типа ДГЦ-27 или Д-7Ж. Поскольку опыт эксплуатации показал ненадежность диодов типа ДГЦ-27, их следует заменять диодами Д-7Ж.

Для сглаживания пиков перенапряжений параллельно вторичной обмотке трансформатора 13 подключен конденсатор 16.

Питание реле осуществляется от измерительных трансформаторов тока, к которым подключается двухсекционная первичная обмотка трансформатора 13. Реле типа РП-321 имеет два переключающихся и два замыкающих контакта. На внешние зажимы выведены только замыкающие контакты (рис. 20,а).

Реле типа РП-341 (рис. 19,б), конструкция которого аналогична РП-321, имеет два переключающихся контакта нормальной мощности и один усиленный «мостящего» типа. Выпрямительный мост у РП-341 собран на германиевых выпрямителях Д-7Ж.

Схема внутренних соединений реле показана на рис. 20,б. Пуск реле РП-341 может осуществляться как замыкающими, так и размыкающими контактами. Замыкающий контакт управляющего реле подключается к зажимам 11—13. Размыкающий контакт управляющего реле подключают к зажимам 7—9. Зажимы 11—13 в этом случае должны быть соединены между собой накоротко.

Заводское исполнение схемы соединений реле РП-321 предусматривает пуск его только замыкающими контактами управляющего реле, которые подключаются к зажимам 11—13. При необходимости управления размыкающим контактом необходимо изменить внутренний монтаж реле.

Реле имеют две уставки по току срабатывания: 2,5 и 5 а, определяемые последовательным (2,5 а) или параллельным соединением секций первичной обмотки насыщающегося трансформатора. Допускается длительное прохождение по первичной обмотке насыщающегося трансформатора тока 10 а и в течение 4 сек тока 150 а. Потребление реле при токе, равном двойному току срабатывания, не более 6 ва, время срабатывания при том же токе не более 0,05 сек.

Усиленные переключающие контакты реле РП-341 способны шунтировать и дешунтировать отключающие катушки выключателей при переменном токе 150 а, если управляемая цепь питается от трансформатора тока и ее полное сопротивление при токе 3,5 а не превосходит 4,5 ом.

Контакты нормальной мощности способны размыкать в цепи переменного тока не менее 450 ва при токе до 2 а и напряжении до 220 в и замыкать не менее 1 000 ва при токе до 15 а и напряжении до 220 в. Контакты нормальной мощности способны длительно пропускать ток 5 а.

Механизм реле типа РП-321 выдерживает 1 000, а реле типа РП-341 выдерживает 500 срабатываний без повреждений при обесточенных контактах.

Реле типов РП-351 и РП-352 (рис. 21) — двухпозиционные промежуточные реле применяют в цепях переменного (РП-351) и постоянного тока (РП-352).

Реле имеет две магнитные системы 1, скрепленные скобой 2, на которой укреплены контактные группы 3. Между магнитными системами расположен якорь 4, вращающийся на призме.

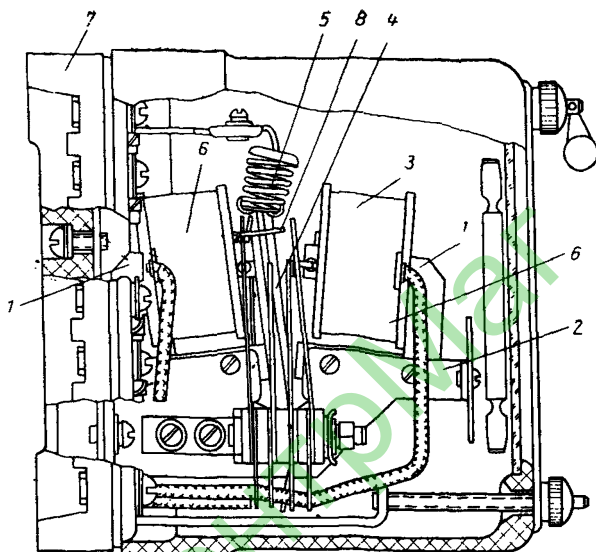


Рис. 21. Конструкция реле РП-351, РП-352.

В верхней части якорь имеет толкатель 8, выполненный из текстолита, переключающий контакты при притягивании якоря к одной или другой магнитной системе. Для фиксации положения якоря используется пружина 5. Последовательно с обмотками реле включены блокирующие контакты таким образом, что напряжение может быть подано только на обмотку системы, приготовленной к действию.

При подаче напряжения на обмотку 6 магнитной системы, готовой к действию, якорь реле перекидывается; после прохождения им нейтрального положения контакты в цепи работающей обмотки размыкаются, а контакты в цепи другой обмотки замыкаются. Тем самым подготавливается работа реле в обратном направлении.

Таким образом, напряжение с обмоток реле снимается после срабатывания.

Сердечники электромагнитов реле набраны из листовой электротехнической стали. Рабочие торцы сердечника зашлифованы. Торцы, к которым притягивается якорь реле, имеют круглые пазы со вставленным в них короткозамкнутым витком, что препятствует залипанию якоря. Механизмы реле смонтированы на пластмассовом основании 7 и защищены пластмассовыми кожухами.

Реле имеет один замыкающий, один размыкающий и два переключающихся контакта; кроме того, в цепь каждой обмотки последовательно включен один контакт.

Схема внутренних соединений реле дана на рис. 20,в. Основные технические данные реле представлены в табл. ПЗ.

Время срабатывания реле при номинальном напряжении — не более 60 мсек. Обмотки реле не рассчитаны на длительное прохождение тока и включаются только на время, достаточное для срабатывания реле. Разрывная мощность контактов в цепи постоянного тока с индуктивной нагрузкой (постоянная времени не более $5 \cdot 10^{-3}$ сек) 50 вт при токе до 2 а или напряжении до 220 в, на замыкание 500 вт при токе до 5 а или напряжении до 220 в.

Механизм реле выдерживает 500 тыс. срабатываний при обесточенных контактах.

Реле типа РП-311 (рис. 22) применяются в схемах защиты и автоматики на оперативном переменном токе.

Схема внутренних соединений реле показана на рис. 20,г. Реле смонтировано на пластмассовом основании 1, сердечник электромагнита 2 набран из листовой электротехнической стали в пакет, между якорем 4 и сердечником 2 установлен короткозамкнутый виток 3, который предотвращает вибрацию якоря. Контактная

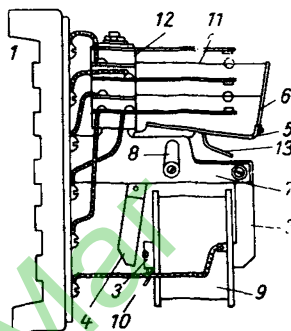


Рис. 22. Конструкция реле РП-311.

1 — цоколь; 2 — сердечник; 3 — короткозамкнутый виток; 4 — якорь; 5 — латунный поводок; 6 — текстолитовый толкатель; 7 — скоба; 8 — пластинка; 9 — катушка; 10 — пластинка; 11 — подвижные контакты; 12 — неподвижные контакты; 13 — упор.

система реле имеет такое же устройство, как и у реле РП-321.

Реле имеет два переключающих и два замыкающих контакта, которые рассчитаны на размыкание мощности переменного тока 450 *ва* при токе 2 *а* или напряжении до 220 *в* и на замыкание 1 000 *ва* при токе 15 *а* или напряжении до 220 *в*, и способны длительно пропускать ток 5 *а* в замкнутом состоянии.

Реле выполняется с обмотками на 100, 127 и 220 *в*, которые рассчитаны на длительную работу при напряжении, равном 110% номинального. Реле четко срабатывает при напряжении 70% номинального, при снижении напряжения до величины не менее 3% номинального, подвижная система реле возвращается в исходное положение. Мощность, потребляемая обмоткой при номинальном напряжении и притяннутом якоре, не более 6 *ва*.

Кодовые реле постоянного тока типа КДР (рис. 23) предназначены для работы в цепях постоянного тока при температуре окружающей среды от минус 40 до плюс 60°С и относительной влажности до 70%.

Изоляция между всеми токоведущими частями и корпусом реле выдерживает в течение 1 *мин* испытательное напряжение 1 000 *в* при 50 *гц*. Сопротивление изоляции между токоведущими частями реле и его магнитопроводом при температуре от +15° до +25°С и относительной влажности до 70% составляет не менее 100 *Мом* при испытательном напряжении 500 *в*.

Кодовые реле выпускают на номинальные напряжения: 6, 12, 24, 48, 110 и 220 *в*. Допустимая потребляемая мощность, определяемая предельной температурой нагрева, для обмоток на карболитовом каркасе 3,5 *вт*, а на медном каркасе 4 *вт*.

КДР1 — быстродействующее реле с неразветвленной магнитной системой, с обмоткой на карболитовом каркасе. Реле может иметь до пяти контактных колонок, каждая из которых состоит из элементарных контактных групп, численностью от одной до трех, с общим числом пружин не более семи.

КДР1-М — конструктивно выполнено аналогично реле КДР1, но с обмоткой на медном каркасе. Количество контактных колонок может быть не более трех. Медный каркас используется для получения некоторого замедления на отпадание.

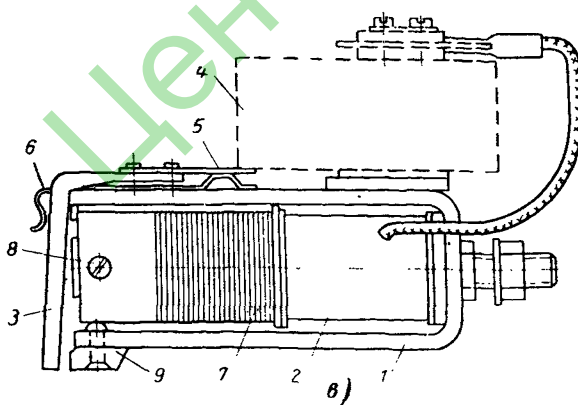
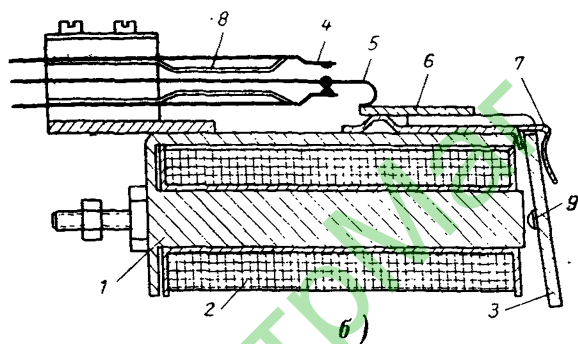
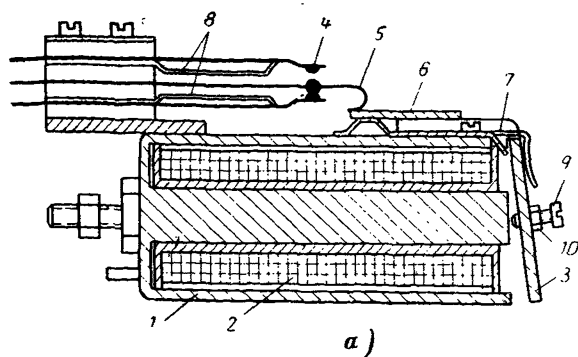


Рис. 23. Конструкции кодовых реле.

а — КДРЗ-М; *б* — КДР1; 1 — магнитная система; 2 — обмотка; 3 — якорь; 4, 5 — контакты; 6 — планка; 7 — упорная пружина; 8 — пластины; 9 — упор; 10 — контргайка.
в — КДР5-М; 1 — магнитная система; 2 — обмотка; 3 — якорь; 4 — контакты; 5 — планка; 6 — упорная пружина; 7 — короткозамкнутая обмотка; 8 — винт; 9 — упор.

КДР2 — быстродействующее реле с неразветвленной магнитной системой и обмоткой на карболитовом каркасе. Реле выпускается с одной или с двумя контактными колонками. Удлиненная изоляционная планка якоря позволяет получить относительно большой коэффициент возврата.

КДР3-М — медленно действующее реле с разветвленной магнитной системой и с обмоткой на медном каркасе. Реле изготавливается с контактными колонками от одной до пяти.

КДР5-М — медленно действующее реле с разветвленной магнитной системой, но увеличенного габарита, с обмоткой на медном каркасе и с медными шайбами для получения и регулирования замедления на срабатывание и на возврат. Катушка располагается впереди медных шайб, возле якоря. Реле имеет от одной до пяти контактных колонок.

КДР6-М — медленно действующее реле, выполняется по типу реле КДР5-М, но с укороченной катушкой и увеличенным количеством медных шайб для получения большого замедления. Катушка размещается возле хвостового винта для увеличения замедления на срабатывание. Количество контактных колонок от одной до пяти.

По устройству магнитной системы кодовые реле типа КДР подразделяются на три основные группы.

У реле КДР1, КДР1-М, КДР2 (рис. 23,б) применена Г-образная магнитная система 1, якорь полукруглой формы 3 и круглые сердечники диаметром 12 мм. Во избежание залипания якоря после снятия напряжения с обмотки реле в магнитной цепи предусмотрен воздушный зазор между притянутым якорем и сердечником, который обеспечивается с помощью немагнитного упора 9, вклепанного в якорь 3.

Реле КДР3-М (рис. 23,а) имеет П-образную магнитную систему, охватывающую катушку с двух сторон. Диаметр сердечника равен 12 мм. Якорь имеет вид прямоугольника и при срабатывании реле упирается в магнитную систему.

Реле КДР5-М и КДР6-М (рис. 23,в) также имеют П-образную магнитную систему 1, но увеличенного размера.

Якорь 3 выполнен аналогично якорю реле КДР3-М. Диаметр сердечника равен 16 мм. Воздушный зазор между якорем и сердечником обеспечивается массивным

упором 9 из латуни, прикрепленным к нижней полке магнитной системы.

Магнитные системы реле КДР1, КДР1-М, КДР2 и КДР3-М имеют направляющие стержни для фиксации реле. Катушки реле съемные, что дает возможность легко производить их замену.

Реле КДР имеют простое крепление якоря при помощи гетинаксовой упорной пластины. Якорь перемещает контактные группы гетинаксовой планкой 6, которая может иметь ширину 32, 43 и 54 мм в зависимости от количества колонок.

Контактный набор состоит из контактных колонок, которые в свою очередь набираются из элементарных контактных групп. Каждая элементарная контактная группа состоит из двух или трех пружин, снабженных контактными наклейками. Каждой элементарной контактной группе присвоен постоянный номер, а именно 0, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 9 (рис. 24). Для вывода концов обмотки реле используют пластины, обозначенные цифрой 1.

При срабатывании реле контактные группы 2 и 3 замыкают цепь, контактные группы 6 и 5 производят размыкание цепи, а элементарные группы 7, 9, 0 и 4 переключают цепь. При этом последние две разновидности контактных групп, называемые мостовыми, не разрывают цепь во время переключения. Пластины 1 располагаются сверху на двух крайних контактных колонках.

Контактные группы 2, 5, 4, 7 устанавливаются непосредственно над якорем реле, а группы 3, 6, 0, 9 — над нижними контактными группами.

Мостовые группы могут быть заменены обыкновенными переключающими группами, отрегулированными по так называемой мостящей регулировке. При помощи элементарных контактных групп можно составить сложные группы в виде колонок.

Состав колонок определяется номерами элементарных групп, из которых они состоят. Индексы записывают в порядке расположения контактных групп, считая сверху вниз. В каждой контактной колонке может быть установлено не более семи пружин, включая пластинку 1. Полное количество колонок в реле составляет его контактный набор. Состав набора определяется номерами колонок, записанных в порядке их расположения слева направо со стороны якоря.

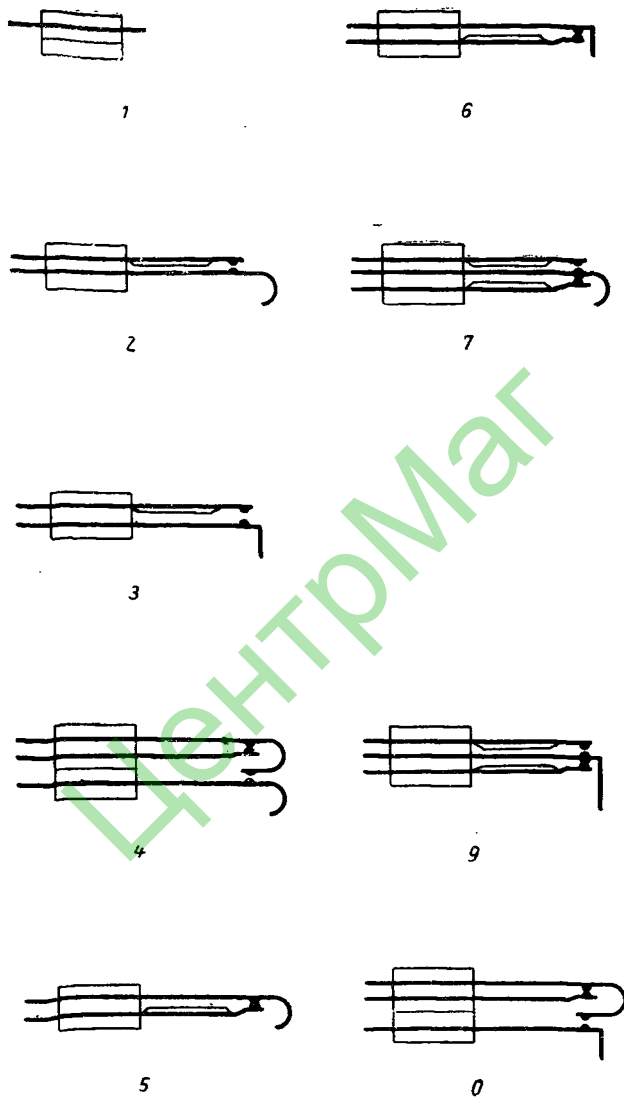


Рис. 24. Стандартные элементарные контактные группы кодовых реле.

Для устранения вибрации контактных пружин применяются упорные пружины.

Изоляцию контактных пружин друг от друга в колонке выполняют при помощи прокладок из карболита. Серебряные контактные наклейки каждой пружины двойные, что увеличивает надежность контактов и уменьшает их переходное сопротивление.

Контакты всех кодовых реле способны размыкать при токе до 3 а и напряжении до 220 в мощность в безындуктивной цепи постоянного тока 80 вт и в цепи переменного тока 400 ва. В цепях с индуктивной нагрузкой величина мощности, разрываемой контактами, должна быть уменьшена до 20%, а величина разрываемого напряжения — до 70%, указанных выше.

Для нормальной эксплуатации контакты кодовых реле следует использовать так, чтобы их разрывная мощность была на 30—50% ниже указанной, что обеспечит больший срок их службы. В зависимости от количества и состава контактных групп и от величины н. с. реле замедление реле КДР разных типов на срабатывание и возврат находится в пределах, указанных в табл. 9.

Таблица 9

Тип реле	КДР1	КДР1-М	КДР2	КДР3-М	КДР5-М	КДР6-М
Замедление на срабатывание, мсек	15—120	15—120	14—100	18—130	15—260	80—350
Замедление на возврат, мсек	2—15	7—85	1—10	70—260	15—650	240—1 000

Примечание. Временные характеристики обеспечиваются в пределах $\pm 25\%$ номинальной величины при $+20^\circ \text{C}$.

В табл. 10 даны технические данные реле типа КДР.

Следует иметь в виду, что замедление на возврат кодовых реле зависит от величины напряжения, поданного на его обмотку.

Ниже приведены результаты измерений для реле типа КДР5-М ($U_{\text{ном}} = 110 \text{ в}$).

Напряжение на обмотке реле, в	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Замедление на возврат, ссек . .	0,25	0,25	0,25	0,27	0,27	0,3	0,3	0,3	0,3

Таблица 10

Тип реле	Номинальное напряжение, в	Напряжение полного притяжения не более, в	Напряжение возврата не менее, в	Обмоточные данные		
				Число витков обмотки	Диаметр провода ПЭЛ, мм	Сопротивление, ом
КДР1	24	8,5—21,8	1,4—4,1	7 500	0,2	260
		7,6—26,6	1,2—5,2	9 500	0,18	420
		10—28	1,6—6,5	11 400	0,16	650
	48	17,5—49	2,9—11,4	20 000	0,12	2 000
	110	35—73	7,1—16,4	26 000	0,1	3 600
		39,3—134	6,5—27	40 000	0,08	9 000
КДР2	24	45,5—127	7,5—29,6	50 000	0,07	13 000
		10,4	3,3	7 500	0,2	260
		8,5—13,3	2,6—4,2	9 500	0,18	420
	48	11—17,2	3,3—5,4	11 400	0,16	650
		19,3—42	5,8—15,2	20 000	0,12	2 000
		27	6,9	26 000	0,1	3 600
КДР3-М	24	38,8—46,7	13,4—14,4	26 000	0,1	3 600
		67,9—94,5	21,3—34,2	40 000	0,08	9 000
		71—109	22,3—39,3	50 000	0,07	13 000
	48	7,8—16	0,25—0,6	7 500	0,2	260
		8,7—13,9	0,18—0,5	9 500	0,18	420
		11,3—26,3	0,24—0,9	11 400	0,16	650
КДР5-М	24	22,7—48,3	0,4—1,9	20 000	0,12	2 000
		36,9—66,8	1—2,6	26 000	0,1	3 600
		44—105	0,9—4,3	40 000	0,08	9 000
	48	51—125	1,0—5,0	50 000	0,07	16 000
		6,7—9,8	0,6—1,1	4 250	0,23	136
		9—12,5	0,8—1,3	5 150	0,2	220
КДР6-М	24	13,3—23,6	1,2—2,6	7 500	0,16	475
		19,6—27,9	1,9—3,5	8 400	0,15	620
		24,5—37,6	2,2—4,9	12 000	0,12	1 400
	48	30,6—61,3	3,1—6,8	17 100	0,1	2 770
		55,5—103,5	5,0—13,4	24 600	0,08	6 500
		70—114	6—16,3	30 000	0,07	10 000
КДР6-М	24	92—135	8,3—15,7	37 800	0,06	16 550
		8,2—13,2	0,4—1,3	3 400	0,18	160
		6,6—18,3	0,6—1,7	3 600	0,16	235
	48	21	1,9	5 600	0,15	420
		18,7—33,5	1,3—2,8	6 800	0,13	650
		22,5—32,2	1,6—3	8 000	0,12	920
КДР6-М	24	48—73,5	4,2—8,15	14 000	0,09	3 000
		49,3—74	3,5—7,5	17 900	0,08	4 500
		85,5—150	6,1—15,8	31 500	0,06	13 800
	48	100—144	7,2—13,4	35 000	0,05	18 000
		8,2—13,2	0,4—1,3	3 400	0,18	160
		6,6—18,3	0,6—1,7	3 600	0,16	235

Указательные реле типов ЭС-21, РУ-21 и ЭС-41 применяются в качестве указателей действия в цепях постоянного тока устройств релейной защиты и электроавтоматики.

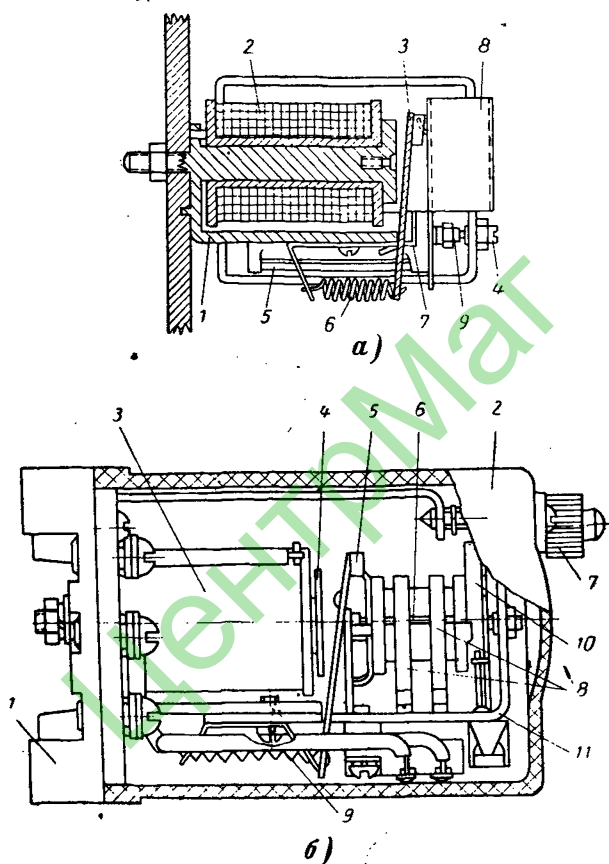


Рис. 25. Конструкция указательных реле.
а — ЭС-21; б — РУ-21.

По способу включения указательные реле делятся на реле последовательного и параллельного включения.

Реле типа ЭС-21 (рис. 25,а) состоит из следующих частей: электромагнита 1, катушки 2, якоря 3, регулирующего винта 4, валика с подвижными контактами 5,

пружины 6, ограничителя хода якоря 7, флажка 8, оси валика 9.

Нормально флажок заведен и удерживается якорем в этом положении. При прохождении тока по обмотке реле якорь притягивается к сердечнику и освобождает флажок, который поворачивается на своей оси под действием собственного веса и оказывается против застекленного смотрового окна в крышке реле, фиксируя тем самым действие устройства. Одновременно с поворотом

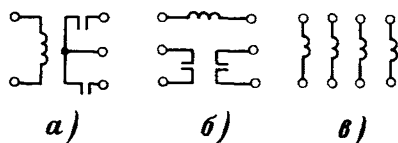


Рис. 26. Схема внутренних соединений реле.

а — ЭС-21; б — РУ-21; в — ЭС-41.

флажка поворачивается связанный с ним валик 5 с подвижными контактами, замыкая при этом неподвижные контакты.

В настоящее время взамен указательных реле ЭС-21 выпускают сигнальные реле типа РУ-21, имеющие принцип действия, аналогичный реле ЭС-21.

Реле типа РУ-21 (рис. 25,б) состоит из следующих частей: цоколя 1, кожуха 2, катушки 3, сердечника 4, якоря 5, контактного мостика 6, контактных пластин 8, возвратной пружины 9, флажка 10, скобы 11 и кнопки возврата 7.

При прохождении тока по обмотке реле якорь притягивается к сердечнику, освобождая при этом флажок, который выпадает, появляясь в смотровом окне скобы 11. Одновременно с поворотом флажка 10 поворачивается изоляционный барабанчик с контактными мостиками, которые замыкают или размыкают контакты реле.

Реле имеет два замыкающих контакта. Перестановкой контактных мостиков можно получить другие исполнения контактов: один замыкающий и один размыкающий или два размыкающих.

Реле встроено в пластмассовый корпус, состоящий из цоколя и прозрачного кожуха, на передней стенке которого имеется кнопка 7 для ручного возврата указателя срабатывания.

Разрывная мощность контактов в цепи постоянного тока с индуктивной нагрузкой 50 *вт*, в цепи переменного тока 250 *ва*, при напряжении до 250 *в* и токе до 2 *а*.

Комплект указательных реле ЭС-41 имеет четыре малогабаритных бесконтактных реле, смонтированных в одном корпусе и действующих независимо друг от друга. Возврат флажков реле в исходное положение происходит при нажатии рукой на стержень возвратной планки, расположенной внутри кожуха.

Схемы внутренних соединений указательных реле показаны на рис. 26.

Технические данные реле ЭС-21, РУ-21 и ЭС-41 приведены в табл. 11.

Таблица 11

Тип реле	Ток срабатывания, <i>а</i>	Длительно допустимый ток, <i>а</i>	Напряжение срабатывания, <i>в</i>	Номинальное напряжение, <i>в</i>	Обмоточные данные		
					Число витков	Диаметр провода	Сопротивление, <i>ом</i>
ЭС-21 (РУ-21/0,01)	0,01	0,03	—	—	18 000	0,1	2 200
ЭС-41/0,01	—	—	—	—	10 000	0,08	1 465
ЭС-21 (РУ-21/0,015)	0,015	0,045	—	—	12 000	0,12	1 000
ЭС-41/0,015	—	—	—	—	6 660	0,1	615
ЭС-21 (РУ-21/0,025)	0,025	0,075	—	—	7 200	0,17	320
ЭС-41/0,025	—	—	—	—	4 000	0,13	220
ЭС-21 (РУ-21/0,05)	0,05	0,15	—	—	3 600	0,25	70
ЭС-41/0,05	—	—	—	—	2 000	0,19	51,5
ЭС-21 (РУ-21/0,075)	0,075	0,225	—	—	2 400	0,31	30
ЭС-41/0,075	—	—	—	—	1 330	0,23	23
ЭС-21 (РУ-21/0,1)	0,1	0,3	—	—	1 800	0,35	18
ЭС-41/0,1	—	—	—	—	1 000	0,27	12,7
ЭС-21 (РУ-21/0,15)	0,15	0,45	—	—	1 200	0,44	8
ЭС-41/0,15	—	—	—	—	670	0,35	5
ЭС-21 (РУ-21/0,25)	0,25	0,75	—	—	720	0,55	3
ЭС-41/0,25	—	—	—	—	400	0,41	2,2
ЭС-21 (РУ-21/0,5)	0,5	1,5	—	—	360	0,8	0,7
ЭС-41/0,5	—	—	—	—	200	0,59	0,8
ЭС-21 (РУ-21/1)	1	3	—	—	180	1,0	0,2
ЭС-41/1	—	—	—	—	—	—	—
ЭС-21 (РУ-21/220)	—	—	132	220	61 000	0,05	28 000
ЭС-21 (РУ-21/100)	—	—	66	110	32 000	0,07	7 500
ЭС-21 (РУ-21/48)	—	—	29	48	14 000	0,11	1 440
ЭС-21 (РУ-21/24)	—	—	14,5	24	7 000	0,15	—
ЭС-21 (РУ-21/12)	—	—	7,2	12	3 400	0,21	—

Указательные реле постоянного тока типа РУ-21 и ЭС-21 можно применять и в цепях переменного тока. Необходимо лишь учитывать, что сопротивление реле на переменном токе значительно больше, чем на постоянном токе.

В табл. 12 и 13 приведены параметры указательных

реле РУ-21 постоянного тока при работе их на переменном токе.

При пользовании данными, приведенными в табл. 13, следует иметь в виду, что токи срабатывания в этой таб-

Таблица 12

Тип реле	Напряжение срабатывания, в	Полное сопротивление реле, Ом	Рекомендуемое номинальное напряжение, в
РУ-21/0,01	140	14 000	380
РУ-21/0,015	95	6 300	220
РУ-21/0,025	55	2 200	100—127

Таблица 13

Тип реле	Ток срабатывания, а	Длительно-допустимый ток, а	Полное сопротивление реле, Ом
РУ-21/0,05	0,05	0,15	520
РУ-21/0,075	0,075	0,225	240
РУ-21/0,1	0,1	0,3	140
РУ-21/0,15	0,15	0,45	60
РУ-21/0,25	0,25	0,75	22
РУ-21/0,5	0,5	1,5	5,5
РУ-21/1	1,0	3,0	1,4

лице даны для случая включения указательных реле в цепи постоянного оперативного тока. При использовании перечисленных реле в цепях переменного оперативного тока, ток срабатывания каждого из них увеличивается примерно на 10%.

Угол полного сопротивления обмоток реле составляет 58°.

3. ПРОВЕРКА РЕЛЕ

Назначение, виды и объем проверок. Выпускаемые заводом-изготовителем реле, как правило, находятся в полном соответствии с техническими условиями на них, однако при транспортировке к месту монтажа, а также при хранении на складах не всегда могут быть обеспечены необходимые условия, что приводит к проникновению пыли внутрь кожуха, увлажнению и коррозии металлических деталей реле. В процессе эксплуатации происходит естественный износ осей, контактов.

Пластмассовые детали реле, усыхая, изменяют свои размеры, вследствие чего возможны нарушения контактов между токоведущими частями или отказ в работе вследствие перекосов трущихся пластмассовых деталей.

Для того чтобы обеспечить надежную работу устройств релейной защиты и электроавтоматики, необходимо тщательно регулировать реле на заданные уставки, особенно при новом включении, и систематически проверять их в процессе эксплуатации.

Существуют следующие виды проверок устройств релейной защиты и автоматики:

- а) проверка при новом включении;
- б) периодические плановые проверки, обычно совмещаемые с капитальным ремонтом силового оборудования;
- в) частичные плановые проверки;
- г) дополнительные внеочередные проверки, которые проводятся при изменении уставок или с целью выявления причин неправильных действий защиты или автоматики и т. п.

Объем и сроки проверок определяются в зависимости от состояния реле, условий, в которых они работают (увлажненность и запыленность окружающей среды, действие высоких или низких температур и т. д.).

Программа проверки. При новом включении и после перемотки, изменения конструкции или разборки реле промежуточные и указательные реле проверяют в следующем объеме:

- а) производят внешний и внутренний осмотр и чистку реле;
- б) проверяют состояние механизма и контактов реле и при необходимости производят их регулировку;
- в) проверяют сопротивление и электрическую прочность изоляции токоведущих частей относительно магнитопровода;
- г) проверяют напряжение или ток срабатывания и возврата, а для реле с удерживающей обмоткой также и ток или напряжение удерживания;
- д) для многообмоточных реле определяют однополярные выводы обмоток;
- е) проверяют время замедления на срабатывание и возврат для тех реле, для которых это замедление задано при выборе уставок или указано в инструкции по проверке защиты или автоматики, в схему которых входит проверяемое реле;
- ж) проверяют взаимодействие и надежность работы реле при пониженном напряжении оперативного тока в полной схеме защиты.

При полных плановых проверках выполняют пп. «а», «б», «в» (в части проверки сопротивления изоляции), а также «с» и «ж».

Объем частичных плановых проверок, а также дополнительных и специальных проверок устанавливается в зависимости от местных условий.

Общие указания по проверке и регулировке механизмов и контактов реле. Промежуточные и указательные реле не имеют специальных приспособлений для изменения их тока или напряжения срабатывания и возврата времени замедления. Поэтому эти параметры регулируют обычно путем изменения величины начального и конечного зазора между якорем и сердечником, изменением натяжения возвратных и контактных пружин и т. п. При этом одновременно изменяются и время замедления реле, и напряжение или ток срабатывания и возврата. Поэтому регулировку механизма реле необходимо производить одновременно с проверкой его электрических характеристик.

Проверка начинается с внешнего осмотра реле, который производится при снятом напряжении.

Перед снятием кожуха реле проверяется наличие пломб, целостность стекла, исправность кожуха, его крепление к цоколю, надежность уплотнений, которые должны обеспечивать пыле- и влагонепроницаемость. Проверяется состояние выводов реле, исправность резьбы винтов и втулок, целостность головок винтов и шлицев, граней гаек и концов шпилек, наличие шайб и контргаек.

Очищается кожух, цоколь, шпильки, пластины от грязи и пыли, проверяется надежность крепления реле на панели. Проходные шпильки подтягиваются. При затяжке шпилек необходимо обращать внимание на то, чтобы не проворачивались втулки запрессованные в цоколе реле.

Проверяется надежность контактных соединений. При этом обращают внимание на надежную затяжку контргаек, фиксирующих шпильки заднего присоединения на цоколе реле. Гайки подтягивают торцевыми ключами. Затягивая винты, крепящие реле на панели, не следует допускать перекоса корпуса, что может иметь место при несовпадении крепежных отверстий реле с отверстиями в панели. Перекос корпуса может привести к отказу реле.

Производится внутренний осмотр, проверка и регулировка механической части реле. Точная механическая регулировка реле в значительной мере определяет стабильность электрических характеристик, сокращает время наладки, повышает надежность и удлиняет срок службы реле.

Детали реле тщательно осматривают и проверяют их целостность, очищают от пыли и грязи с помощью мягкой кисти, ткани или пылесоса. Следует проверить отсутствие металлических опилок и стружек на магнитопроводе, якоре и в зазоре между якорем и сердечником.

Легким подергиванием и осмотром проверяют прочность паек. Ненадежные и окислившиеся соединения перепаявают заново. Применение кислоты или паяльных составов не допускается. В качестве флюса рекомендуется канифоль; паять следует припоем ПОС30 или ПОС40. Особое внимание надо обратить на тщательность облуживания спаиваемых деталей перед пайкой. Паять следует быстро, хорошо разогретым паяльником, чтобы не повредить изоляции проводов от сильного нагрева.

У реле с гибкими многопроволочными токоподводами проверяют отсутствие оборванных проволочек и надломов в пайках. Проверяют, что токоподводы достаточно гибки, не препятствуют движению механизма и в любом положении не касаются крышки и механизма реле. Проверяют на глаз, что начальный и конечный зазор между якорем и сердечником реле имеет нормальную величину. Если электрические характеристики реле (ток или напряжение срабатывания и возврата или время замедления) отклоняются от нормальных заводских значений, то рекомендуется проверить зазоры шупом.

Проверяют начальное расстояние между замыкающими контактами, прогиб размыкающих контактов и замыкающих при их замыкании, проверяют одновременность замыкания и размыкания контактов. Проверяют легкость хода механизма реле, отсутствие застреваний в любом положении, четкость возврата в исходное положение из любого промежуточного. У реле, имеющих оси и подшипники, вынимают подшипники, проверяют исправность подшипников и концов осей осмотром через лупу.

Контакты, потерявшие свою правильную форму, заменяют новыми. Слегка подгоревшие контакты очищают надфилем и полируют воронилом. Помятые и погнутые контактные пружины выправляют или заменяют новыми. Проверяют затяжку винтов и гаек, крепящих детали реле и выводы к втулкам цоколя. Винты, крепящие выводы внутри реле к втулке, и винты или шпильки для присоединения внешних проводов к реле не должны касаться друг друга внутри втулки.

При регулировке тока и напряжения срабатывания и возврата, времени замедления и т. п. необходимо исходить из следующих основных положений:

уменьшение начального зазора между якорем и сердечником уменьшает напряжение срабатывания и замедление на срабатывание;

уменьшение конечного зазора между якорем и сердечником уменьшает напряжение возврата и увеличивает замедление на возврат;

ослабление возвратной пружины уменьшает напряжение срабатывания и замедление на срабатывание, а также уменьшает напряжение и увеличивает время возврата;

увеличение числа замыкающих контактов и давления их пружин увеличивает напряжение и уменьшает время возврата;

увеличение числа размыкающих контактов и давления их пружин увеличивает время и напряжение срабатывания.

Пользуясь этими основными положениями, можно для каждого типа реле подобрать наиболее удобный способ изменения его характеристик. Необходимо учитывать, что все эти изменения сильно сказываются на работе контактной системы реле. Ослабление возвратной пружины уменьшает надежность размыкающих контактов и ухудшает работу замыкающих контактов при разрыве тока нагрузки. Затяжка возвратной пружины увеличивает давление размыкающих контактов и облегчает разрыв тока нагрузки замыкающими контактами.

Поэтому для улучшения работы контактов выгодно устанавливать максимально возможное натяжение возвратной пружины, обеспечивающее необходимые величины напряжения или тока срабатывания и возврата и время замедления. Изменение начального и конечного зазоров изменяет ход якоря и расстояние между замыкающими контактами. Уменьшение этого расстояния ухудшает надежность разрыва дуги контактами. Поэтому выгоднее иметь максимально возможный ход якоря, а следовательно, и расстояние между разомкнутыми контактами.

Аналогично влияют на параметры реле количество работающих контактов и натяжение контактных пружин.

Рекомендуется следующий порядок проверки реле: измерить и установить рекомендуемые заводами-изготовителями расстояния между якорем и сердечником, между контактами; ход якоря; возможность перемещения якоря в разных направлениях и т. п.;

проверить электрические характеристики реле и, если они отклоняются от нормальных значений, отрегулировать указанными выше способами.

Указания по регулировке механической части реле. У реле ЭП-101, ЭП-103, ЭП-131, ЭП-132 зазор между якорем и сердечником сработавшего реле должен быть не более 0,4 мм. Зазор между разомкнутыми контактами не менее 3 мм. Давление на размыкающие контакты должно быть не менее 15 Г.

Регулировку реле рекомендуется начинать с установки скобы 9 (см. рис. 8), на которой укреплены неподвижные контакты 4. Для крепления скобы 9 к магнитопроводу 1 в ней есть овальные отверстия для винтов 8. Якорь прижимают к магнитопроводу, и скоба 9 перемещается на винтах вверх и вниз так, чтобы получить прогиб замыкающих контактов 4 и 5 порядка 1—1,5 мм. В этом положении скобу закрепляют. Подгибанием упора 7 устанавливают начальное положение якоря по прогибу размыкающих контактов, ход якоря должен быть порядка 4—5 мм. Все контактные пружины 4 и 5 в каждом ряду должны быть расположены в одной плоскости.

Незначительное изменение напряжения срабатывания можно получить изменением натяжения возвратной пружины 6 и начального положения якоря подгибанием упора 7. Конечное положение якоря не регулируется — якорь ложится на магнитопровод.

При наладках и проверках устройств релейной защиты и автоматики были отмечены случаи увеличения напряжения срабатывания отдельных экземпляров реле серии ЭП-100, что совершенно недопустимо, так как может вызвать отказ в работе защиты или автоматики.

Причиной увеличения напряжения срабатывания является выполнение ограничителя хода подвижного якоря реле ЭП-100 целиком из магнитного материала. При работе реле часть магнитного потока замыкается через подвижные якорь и ограничитель, в которых затем сказываются явления остаточного намагничивания. В результате в месте соприкосновения якоря и ограничи-

теля возникает явление магнитного «прилипания», что приводит к увеличению напряжения срабатывания.

Для предотвращения нарушений и отказов в работе устройств релейной защиты и автоматики из-за указанного недостатка реле серии ЭП-100 рекомендуется:

при очередных проверках обязательно проверять напряжение срабатывания реле;

во всех случаях, когда при обесточенном реле якорь касается ограничителя и напряжение срабатывания окажется выше 65% U_n , а также когда якорь, удерживаемый размыкающими контактами, не касается ограничителя, следует принять специальные меры для устранения указанного конструктивного недостатка реле. Для этого на ограничитель ставят заклепку или винт из меди или латуни, так чтобы исключить непосредственное соприкосновение стального якоря и ограничителя: надевают на ограничитель (с жестким закреплением пайкой или винтом) прокладку из немагнитного или изолирующего материала; заменяют ограничитель на немагнитный.

После устранения указанного недостатка необходимо заново проверить напряжение срабатывания реле при надетом кожухе.

У реле ЭПВ-11, ЭПВ-11/3, ЭПВ-11/4, ЭПВ-12, ЭПВ-32 контактная система и регулировка ее такие же, как у ЭП-101, ЭП-103. Время замедления реле в довольно широких пределах регулируется количеством шайб на сердечнике. Рекомендуется периодически проверять состояние штифтов, на которых установлен якорь, и чистоту отверстий для штифтов в якоре.

Реле ЭП-1 из-за малых размеров чрезвычайно чувствительно к загрязнениям и перекосам. Поэтому при новом включении необходимо разобрать реле и тщательно очистить все детали. Особое внимание надо обратить на отсутствие металлических опилок во внутренней полости якоря.

Медная ось 6 (см. рис. 7), по которой движется якорь, должна быть совершенно прямой и находиться точно в центре якоря и верхнего винта упора. Малейшие перекосы или изгибы оси вызывают отказ реле. Резьба на верхнем конце упора 7 и в магнитопроводе 1 должна быть нарезана очень точно, без слабину. Крайя внутреннего отверстия якоря 3 и втулки, охватывающей его, должны быть тщательно закруглены, внутренняя полость

якоря и втулки отполирована. Контакты реле 4 не имеют прогиба, и надежность замыкания достигается только за счет свободной посадки диска 5 на якорь и хода якоря. Расстояние между контактами порядка 0,5 мм.

Регулировка напряжения срабатывания производится изменением начального зазора между якорем 3 и упором 7. Нормальный зазор около 0,5 мм. Для регулирования ослабляют гайки 9 на оси 6 и диск 12 передвигают вдоль оси. После каждого передвижения диск надежно закрепляют гайками. Таким образом, якорь опускается или поднимается, чем меняется начальный зазор и одновременно ход якоря. Регулировка возврата реле производится изменением конечного зазора между якорем 3 и упором 7 путем незначительного, на доли оборота, перемещения упора 7. После каждого перемещения упор крепится гайкой 10. Слишком малый конечный зазор может вызывать прилипание якоря к упору. Одновременно с регулировкой зазоров необходимо проверять надежность замыкания и размыкания контактов. Кроме того, начальный зазор должен быть настолько велик (порядка 0,5 мм), чтобы при качаниях диска на оси несработавшего реле не было замыкания контактов.

В реле МКУ-48 начальное расстояние порядка 2,5—2,8 мм (см. рис. 10) между сердечником 1 и якорем 3 устанавливают перемещением специального упора 8, в отверстие которого входит конец якоря. Конечное расстояние порядка 0,5 мм не регулируется: якорь ложится на край магнитопровода. Чтобы якорь не залипал, на нем имеется медный упор 11, обеспечивающий необходимое расстояние между якорем и магнитопроводом.

Ход контактов равен 2—3 мм. Незначительно изменить напряжение срабатывания можно возвратной пружиной 6. Контакты перемещаются фигурной рамкой из пластмассы, укрепленной на якорь. Рамка не должна касаться боковых сторон контактных пружин и иметь перекос в креплении к якорю. Регулировка отдельных контактов производится подгибанием упоров 9.

Реле типа РП-23, РП-24, РП-232 и РП-233 (см. рис. 11, 13) настраивают на следующие рекомендуемые заводом зазоры, люфты и прогибы, обеспечивающие нормальную работу реле.

Зазор между якорем 3 и сердечником 1 сработавшего реле не более 0,4 мм. Зазор между разомкнутыми контактами 2,5—3 мм, давление на размыкающих и замы-

кающих контактах не менее 12 Г. Прогиб контактной пружины при срабатывании должен быть 0,6—1,0 мм, такой же прогиб должен быть и в размыкающем контакте.

Регулировку реле рекомендуется начинать с проверки хода траверсы с подвижными контактными пластинами. При замыкании контакты должны соприкасаться друг с другом по центру. Регулировка производится перемещением верхней направляющей скобы в овальных отверстиях пластины 8. Особое внимание следует обращать на то, чтобы хвостовик 4 якоря 3 лежал на выступе траверсы с зазором 0,1—0,15 мм. Изменение напряжения срабатывания реле можно получить изменением растяжения цилиндрической пружины 7, а также изменением начального положения якоря относительно сердечника путем подгибания упора 12 (рис. 11) или 17 (рис. 13).

У реле РП-24 дополнительно осматривают сигнальное устройство. Проверяют свободное, без затирания вращение на оси фасонной скобы (указателя) и пластинчатой пружинки, которая удерживает указатель в сработанном положении. Правильное положение пластинчатой пружинки устанавливается подгибанием ее пинцетом или плоскогубцами.

В процессе эксплуатации у реле типов РП-23, РП-24, РП-232 и РП-233 был обнаружен конструктивный дефект, из-за которого реле может отказать в срабатывании.

Кожух реле крепится к цоколю при помощи шпильки М-4 и барашка. Вследствие несоблюдения соосности шпильки и отверстия для нее в кожухе при надевании на цоколь кожух не всегда садится как следует на место. При затягивании барашка шпилька, вклепанная в скобу 9 магнитопровода, имеющего длинное плечо относительно точек крепления на цоколе, прогибается и смещает вперед скобу с якорем, при этом хвостовик якоря упирается в траверсу подвижных контактов и заклинивает ее в произвольном положении.

Для устранения этого недостатка рекомендуется выполнить рассверловку отверстия в кожухе для крепящей шпильки с 4,5 до 5,5 мм. Кожух после рассверловки отверстия для шпильки свободно садится на место и плотно прилегает к цоколю.

У реле типов РП-23, РП-24, РП-232 и РП-233, выпускаемых Чебоксарским электроаппаратным заводом

с 1965 г. (до перехода на новую систему крепления кожуха к цоколю), отверстия в кожухе для шпильки имеют увеличенный диаметр, что исключает неправильную посадку кожуха.

Регулировку контактов реле РП-25 и РП-26 выполняют так же, как и у реле РП-23 и РП-24.

Следует обращать особое внимание на отсутствие выработки на направляющей оси контактной траверсы у реле РП-25 и РП-26, постоянно находящихся под напряжением, так как после снятия напряжения с реле оно может остаться в подтянутом положении, зацепившись за направляющую пластинку. Выработка образуется от длительной вибрации якоря. Якорь реле должен иметь осевой люфт не менее 0,4 мм.

Напряжение срабатывания реле должно быть порядка $0,7U_{ном}$. Величина его зависит от тех же условий, что и у реле РП-23.

Кроме того, напряжение срабатывания в большей степени зависит и от правильного положения якоря по отношению к магнитопроводу. Правильное положение якоря проверяют следующим образом. Пальцем левой руки нажимают на траверсу с контактными пластинами так, чтобы она не мешала ходу якоря. Пальцем правой руки прижимают якорь к магнитопроводу. Якорь должен легко поворачиваться вокруг своей оси и не иметь видимого зазора в передней части магнитопровода.

Если якорь поворачивается с усилием, необходимо ослабить два винта, крепящие магнитопровод к скобе, и опустить сам магнитопровод вниз. После регулировки проверить напряжение срабатывания реле.

Регулировку указательного устройства реле РП-26 выполняют так же, как и у РП-24.

При новом включении или плановой проверке реле типов РП-251, РП-252, РП-253, РП-254, РП-255, РП-256 после снятия кожуха с них рекомендуется осмотреть контактную систему и проверить надежность крепления всех винтов и гаек, а также свободный ход траверсы. Для этого якорь прижимают рукой до полного прилегания его к торцам магнитопровода.

Замыкающие контакты при этом должны замкнуться, а размыкающие разомкнуться. После того как якорь будет отпущен, подвижная система должна четко вернуться в исходное положение. Ход траверсы у правильно отрегулированных реле должен быть 3,5—4 мм. В слу-

чае затирания траверсы с подвижными контактами при ее движении в направляющих пластинках необходимо ослабить винты 15 (рис. 15), крепящие колодки с контактными угольниками к скобе магнитопровода, и за счет люфтов устранить перекос и затирание.

Проверяется величина зазора между контактами, который должен быть не менее 2,5—3 мм. Величину зазора регулируют перемещением неподвижных контактных угольников при отпущенных винтах 15.

Необходимое нажатие на контакты реле серии РП-250 создается специальной контактной пружиной 16, установленной в пазах для подвижных контактов. Давление подвижного замыкающего контакта на неподвижный контакт, при притянutom якоре, и подвижного размыкающего на неподвижный, при отпущенном якоре, должно быть не менее 15 Г на каждый контакт, что соответствует прогибу контактных мостиков не менее 0,5 мм. В случае необходимости регулировка контактов может быть выполнена подгибанием неподвижных контактных угольников в небольших пределах.

После регулировки контактов необходимо проверить напряжение срабатывания, которое должно быть не более $0,7U_{ном}$. Напряжение срабатывания регулируют изменением величины воздушного зазора между якором и магнитопроводом.

В реле серии РП-250 регулировка осуществляется специальным винтом с контргайкой 14, установленным на скобе 8.

Начальный воздушный зазор для всех типов реле серии РП-250 за исключением РП-253 должен быть в пределах 2,4—2,5 мм. Для РП-253 в пределах 2 мм (при межконтактном зазоре 2 мм и прогибе 0,5 мм).

Время срабатывания реле типа РП-251 и время возврата якоря реле РП-252 и РП-256 зависит от количества демпферных шайб. С уменьшением количества шайб время срабатывания реле типа РП-251 и время возврата якоря реле РП-252 и РП-256 уменьшается.

Для того чтобы получить максимальное возможное время срабатывания, рекомендуется установить шайбы на обмотке ближе к якору реле. Время возврата регулируют изменением зазора между якором и магнитопроводом при подтянутом якоре регулировочным винтом 7, изготовленным из немагнитного материала и установленным на якоре 6.

Величина воздушного зазора должна быть:
у реле РП-251, РП-253, РП-254, РП-255 0,2 мм;
у реле РП-252 и РП-256 0,05 мм.

У реле серии РП-250, выпущенных до декабря 1962 г., имелся конструктивный недостаток, который приводил к отказу реле. Причиной отказа являлось затирание подвижной траверсы, несущей контактные мостики, в направляющих пазах колодок неподвижных контактов. Это происходило по двум причинам:

из-за неправильной сборки реле на заводе, при которой не обеспечивался достаточный зазор между траверсной и направляющими пазами колодок неподвижных контактов, а также вследствие того, что траверсы и колодки не были хорошо зачищены после извлечения их из прессформ;

из-за постоянного искривления траверсы у реле, находящихся в эксплуатации, вследствие деформации пластмассы под влиянием изменения температуры и влажности окружающей среды.

Для устранения вышеуказанных недостатков у реле серии РП-250 выпусков до декабря 1962 г. и находящихся в эксплуатации необходимо заменить колодки старого образца новыми с укороченными направляющими пазами.

При отсутствии запасных частей следует полностью заменить реле серии РП-250 на модернизированные реле выпуска после декабря 1962 г. Оставлять в эксплуатации реле с искривленной траверсой запрещается.

Если при осмотре реле не обнаружено заметного искривления траверсы, а при проверке выявлено, что напряжение срабатывания возросло против прежних значений и имеется вялый возврат, реле следует заменить.

Проверяют и регулируют следующие рекомендуемые заводом-изготовителем зазоры, люфты и прогибы, обеспечивающие нормальную работу реле типов РП-211, РП-212, РП-213, РП-214 и РП-215.

При опущенном якоре воздушные зазоры должны быть следующие.

Между якором и плоскостью якоря сердечника со стороны оси — не более 0,05 мм. Регулировка зазора производится перемещением сердечника вдоль скобы при спущенных винтах, крепящих магнитную систему;

между якором и плоскостью якоря сердечника, на котором установлена катушка, — не менее 1 мм. Зазор ре-

гулируют винтом 13 (рис. 17) и измеряют с внутренней стороны керна сердечника. При отпущенном якоре торец регулировочного винта 13 должен касаться верхней плоскости якоря. Величина межконтактного зазора должна быть не менее 1 мм для замыкающего контакта при отпущенном якоре и для размыкающего контакта при прижатом якоре. Регулировку зазора осуществляют подгибанием неподвижных контактных 15 и упорных пластинок 14, а измеряется зазор между вершинами серебряных контактов.

Для обеспечения четкого срабатывания реле давление каждой подвижной контактной пластины на рамку толкателя при отпущенном якоре и отведенных верхних контактных пластинах должно быть:

для РП-211 и РП-215 — не менее 5 Г, что соответствует прогибу подвижных контактных пластинок, равному 0,5—0,6 мм по отношению к точке их закрепления;

для РП-212, РП-213, РП-214 — не менее 3 Г, что соответствует прогибу подвижных контактных пластинок 0,3—0,4 мм по отношению к точке их закрепления. Прогиб замыкающих контактов у реле всех типов серии РП-210 определяют по наличию зазора не менее 0,25 мм между медной пластинкой на переднем крае сердечника и якорем в момент, когда все замыкающие контакты замкнуты.

Нажатие в размыкающих контактах РП-211 и РП-215 должно быть по 5 Г на каждую пластинку. Прогиб размыкающих контактов определяется наличием зазора не менее 0,3 мм между торцом регулировочного винта и верхней плоскостью якоря в момент, когда все контакты замкнуты.

Натяжение неподвижных контактных пластинок замыкающих контактов должно обеспечить отсутствие вибрации контактов при замыкании, что может быть достигнуто при давлении их на свой упор в пределах 20 Г.

Регулировка прогибов во всех типах реле производится подгибанием контактных пластинок в месте закрепления их в изоляционных колодках. Для подгибания таких контактных пластин рекомендуется применять пинцеты с закругленными концами.

Напряжение и время срабатывания реле зависят от величины воздушного зазора между якорем и сердечником. Напряжение и время возврата зависят в свою

очередь от величины конечного зазора между якорем и сердечником.

При проверке исправности механизма реле РП-341 основное внимание обращают на регулировку исполнительного органа и контактную систему. Зазор 4—5 мм между якорем 4 и магнитопроводом 2 (см. рис. 19,б) устанавливают упором 15, чтобы обеспечить допустимое расстояние в главном замыкающем контакте 2,5—3 мм и достаточный его прогиб. Осовой люфт в якоре должен

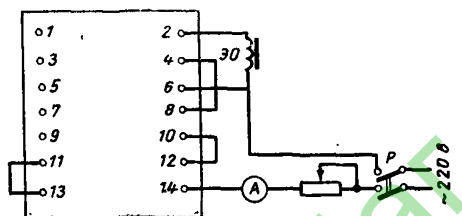


Рис. 27. Схема проверки тока срабатывания и правильности регулировки главных контактов реле РП-341.

быть 0,5—0,6 мм. Зазор между пластинкой размыкающего главного контакта и упором примерно 3—4 мм.

Давление, измеренное грамометром в месте касания упора главного размыкающего контакта, дешунтирующего токовые цепи, должно быть порядка 40 Г, в дополнительных контактах 10—12 Г. Регулировка давления производится подгибанием контактных пластин. Проверку правильности регулировки главных контактов выполняют по схеме, приведенной на рис. 27, при максимальном возможном токе короткого замыкания в месте установки защиты, но не более 150 а. Проверку выполняют несколько раз с промежутками 2—3 мин между включениями, для того чтобы контакты успели остыть. Реле должно работать четко без сваривания контактов.

Допускается небольшое потемнение и незначительное оплавление контактов. После проверки контакты зачищаются надфилем и полируются воронилом. Кроме того, необходимо выполнять осмотр контактов реле после дешунтирования катушек отключения при больших токах.

При отсутствии внешних дефектов у реле РП-351, РП-352 от руки производится перебрасывание якоря из одного фиксирующего положения в другое. При этом якорь должен надежно удерживаться в заданном поло-

жении. Якорь должен ложиться на верхний керн магнитопровода. Между нижним керном и якорем в притяннутом положении допускается зазор до 0,5 мм.

Величина контактного нажатия должна быть в пределах 9—12 Г, что обеспечивается соответствующим прогибом контактных пластин. В разомкнутом состоянии зазоры между контактами одной пары, включенными в цепь обмоток реле, должны быть не менее 1,5 мм, между остальными контактами в каждой паре — не менее 2,5 мм.

Кодовые реле типа КДР (рис. 23) настраиваются на следующие рекомендуемые заводом зазоры, люфты и прогибы, обеспечивающие нормальную работу реле.

Воздушный зазор между сердечником и притянутым якорем, измеряемый щупом, у реле типов КДР1, КДР1-М, КДР2 должен быть 0,25 мм, у реле КДР5-М—0,15 мм, КДР6-М—0,08 мм, КДР3-М—0,05 мм.

Ход якоря — перемещение от начального до рабочего положения (до соприкосновения с ярмом или сердечником) должен быть $2,4 \pm 0,2$ мм для реле КДР1, КДР1-М, КДР3-М, КДР5-М, КДР6-М; $0,6 \pm 0,2$ мм для реле КДР2. Зазор между замыкающими контактами не менее 0,8—1,2 мм. Зазор между мостящими контактами 0,5—1 мм.

Совместный ход контактных пружин должен составлять 0,25 мм. Перемещение якоря вдоль шарнира 0,3—0,7 мм для всех типов реле. Перемещение якоря вверх от шарнира 0,3—0,5 мм. Перемещение якоря по оси сердечника 0,05—0,15 мм. Давление на контакты, измеренное граммометром, должно быть в пределах 25—30 Г.

Давление контактных пружин 5 на изолирующую планку 6 якоря 3 или на ведущую пружину должно быть в пределах 8—12 Г.

Небольшие изменения напряжения срабатывания и возврата и времени замедления достигаются изменением хода якоря и давления пружин.

Ход якоря или начальное расстояние между якорем и сердечником регулируют изменением угла изгиба якоря. Якорь снимают с реле и ударами молотка через мягкую прокладку изгибают в нужную сторону. Конечный зазор между якорем и сердечником сработавшего реле КДР2 и КДР1-М можно изменить только изменением высоты немагнитного упора — спиливанием упора или заменой его на более длинный.

В реле КДРЗ-М, КДР5-М и КДР6-М конечный зазор можно изменять только изгибом центральной части якоря, лежащей против сердечника. Для реле, требующих точной регулировки конечного зазора, рекомендуется в теле якоря установить винт 9 с контргайкой 10 (см. рис. 23,а). Возможность перемещения якоря вдоль оси сердечника создается подгибанием упорной пружины 7.

К регулировке контактов следует приступать только после окончания регулировки якоря. Давление контактных пружин друг на друга и на якорь создают подгибанием контактных пружин 4 и 5 в месте выхода их из крепящих колодок. Сами пружины должны быть совершенно прямыми. Расстояния между контактами регулируют только подгибанием упорных пружин 8.

Времена срабатывания и возврата реле КДР5-М и КДР6-М (реле с разветвленным магнитопроводом и шайбами) можно изменить в значительной мере следующими способами:

изменением числа медных шайб: чем больше шайб, тем больше время замедления на срабатывание и возврат;

переменой мест шайбы и катушки: если катушку установить ближе к магнитопроводу, а шайбы ближе к якорю, то время замедления увеличится, если же катушку ставят ближе к якорю, а шайбы — к магнитопроводу, время замедления реле уменьшится.

У указательного реле ЭС-21 притянутый якорь (см. рис. 25) должен быть параллелен цоколю реле. Угол между отпущенным якорем и шайбой сердечника 1 должен быть 2—4°. Продольный люфт контактного валика не более 0,5 мм. Зуб флажка 8 должен заходить за край отпущенного якоря на 1—1,5 мм.

При втянутом якоря расстояние между якорем и зубом флажка по всему ходу флажка должно быть не более 0,7 мм. Прогиб неподвижных контактов валиком 5 должен быть 1—2 мм. Контакты регулируют подгибанием контактных пружин. Регулировку напряжения срабатывания или тока срабатывания производят изменением начального натяжения возвратной пружины 6. Начальное положение якоря устанавливают упорной скобой 7. У РУ-21 (рис. 25,б) продольный люфт барабанчика должен быть не более 0,5 мм. Прогиб неподвижных контактных пластин 8 при повороте барабанчика с контактным мостиком 6 должен быть 1—2 мм. Контакты

регулируют подгибанием контактных пластин 8. После регулировки необходимо проверить свободное вращение барабанчика при подтянутом якоре 5. Напряжение или ток срабатывания регулируют изменением растяжения возвратной цилиндрической пружины 9.

Проверка изоляции состоит в измерении сопротивления изоляции и испытании ее электрической прочности. Сопротивление изоляции обмоток и контактов, измеренное относительно магнитопровода реле и между контактами несвязных цепей мегомметром на 1 000 в должно быть не менее 100 *мом*.

При испытании изоляции мегомметром не удастся выявить все ее дефекты, так как напряжение на контактах мегомметра значительно снижается за счет падения напряжения в обмотке индуктора, поэтому дополнительно производится испытание электрической прочности изоляции обмоток и контактов реле на магнитопровод по специальным испытательным схемам подачей переменного напряжения 1 000 в относительно земли в течение 1 мин на общую схему защиты, где установлено реле.

Как правило, испытание повышенным напряжением выполняется при новом включении и 1 раз в 3—4 года во время последующей эксплуатации. При плановых проверках допускается испытание изоляции производить с помощью мегомметра на 2 500 в, если величина сопротивления изоляции не меньше 1 *Мом*.

Проверка электрических характеристик реле постоянного тока. Напряжение или ток срабатывания и возврата реле являются основными электрическими величинами, определяющими исправность реле и правильность его регулировки.

При новом включении определяют напряжение или ток срабатывания всех промежуточных и указательных реле. При плановых проверках в зависимости от местных условий проверяют либо напряжение (ток) срабатывания каждого реле, либо взаимодействие схемы при напряжении, сниженном до 80% номинального.

Для промежуточных реле постоянного тока с параллельной обмоткой напряжение срабатывания нормировано ГОСТ и не должно превышать 70—80% номинального напряжения реле, указанного в паспорте.

Напряжение срабатывания промежуточных реле, работающих в схемах с переменным оперативным током, не должно превышать 85% номинального.

Напряжение и ток возврата промежуточных реле не нормированы. Поэтому основным требованием является четкий возврат реле при полном снятии с него напряжения. Низкое напряжение срабатывания увеличивает возможность ложной работы реле при замыканиях на землю в цепях постоянного тока. Учитывая это, следует устанавливать напряжение срабатывания реле в пределах 60—70% номинального. В отдельных случаях напряжение срабатывания промежуточных реле задается отличными от обычных значений. В отдельных типах защит задается и напряжение возврата промежуточных реле. Заданные уставки осуществляются подбором обмоточных данных или специальной регулировкой реле, что указывается в инструкциях по проверке этих защит.

Для промежуточных реле, включенных через добавочное сопротивление, напряжение срабатывания и возврата при новом включении проверяют вместе с сопротивлением и без него, а при плановых проверках — только вместе с сопротивлением.

Для указательных реле, имеющих последовательную обмотку, ток срабатывания обычно не должен превышать 80% номинального значения указанного в паспорте реле.

Особо следует сказать о величине тока срабатывания реле типа ЭП-1. Для обеспечения быстродействия реле ЭП-1 его ток срабатывания в схеме защиты должен быть в 2—3 раза меньше номинального тока, указанного в паспорте, при этом время срабатывания при номинальном токе будет не более 40 мсек. Если при проверке обнаруживается резкое отличие напряжения или тока срабатывания от средних, нормальных значений для данного типа реле, то это указывает на неисправность реле или его неправильную регулировку. Пониженное напряжение или ток срабатывания обычно вызываются чрезмерным ослаблением возвратной пружины, очень малым начальным зазором между якорем и сердечником, установкой в реле обмотки на более низкое номинальное напряжение или ток.

Повышенное напряжение или ток срабатывания указывают на чрезмерную затяжку возвратной пружины, очень большой начальный зазор между якорем и сердечником, установку в реле обмотки на более высокое номинальное напряжение или ток.

Повышенное напряжение или ток срабатывания указывают также на неправильную сборку движущихся частей реле, перекосы и застревания подвижной системы, чрезмерные зазоры в магнитной цепи, обрыв параллельной ветви обмотки, имеющей несколько проводов, закорачивание части витков.

Во всех таких случаях необходимо в первую очередь определить, чем вызваны обнаруженные отклонения — неисправностью обмотки реле или неисправностью его механизма. Для этого определяют сопротивление обмотки с помощью мостика. Результаты измерений сравнивают с расчетными заводскими данными. Обмотку можно считать исправной, если измеренное сопротивление отличается от заводских данных не более чем на $\pm 10\%$ при диаметре провода до 0,16 мм; $\pm 7\%$ при диаметре 0,17—0,25 мм и $\pm 5\%$ при диаметре более 0,25 мм. Неисправная обмотка заменяется новой. Совпадение результатов измерений с заводскими данными указывает на то, что обмотка исправна и причины заключаются в неисправности механизма реле.

Особо следует отметить случаи, когда последовательно с обмоткой промежуточного реле включена обмотка указательного реле. В этих случаях при подаче 80% номинального напряжения оперативного тока на обе обмотки, включенные последовательно, оба реле должны четко работать.

Если не удастся подобрать по каталогу стандартное подходящее указательное реле, удовлетворяющее этому требованию, необходимо отрегулировать напряжение или ток срабатывания одного или обоих реле для их надежной работы. Если же такая специальная регулировка не достигает цели, следует параллельно обмотке промежуточного реле включить специально подобранное сопротивление, что приведет к увеличению тока, проходящего через обмотку указательного реле и, следовательно, повышению надежности его работы.

Для ускорения работы реле или повышения его термической устойчивости последовательно с обмоткой реле часто включают сопротивление, параллельно которому включены размыкающие контакты этого же реле. Напряжение срабатывания для таких реле определяется при замкнутых контактах реле, шунтирующих добавочное сопротивление, а напряжение возврата — при разомкнутых.

В некоторых схемах для возврата промежуточных реле применяют шунтирование их обмоток контактами другого реле, а для предотвращения короткого замыкания последовательно с обмоткой реле включают добавочное сопротивление. В таких случаях напряжение срабатывания реле определяется только при включенном последовательно с его обмоткой сопротивлением.

Напряжение срабатывания отдельного реле в процентах следует вычислять относительно напряжения, указанного в его паспорте, а 80% напряжения для проверки взаимодействия схемы или определения напряжения срабатывания последовательно включенных реле подсчитывают от среднего напряжения оперативного тока данной подстанции или станции.

Определение напряжения срабатывания и сопротивления реле с параллельной обмоткой производится по схеме, приведенной на рис. 28,а. При проверках промежуточных реле постоянного тока, имеющих небольшое потребление, сопротивление потенциометра выбирают 0,5—1 ом на каждый вольт напряжения питания.

Определение тока срабатывания и сопротивления реле с последовательной обмоткой производится по схеме, приведенной на рис. 28,б. Для того чтобы реостат был термически устойчивым и не сгорел при работе, должно быть соблюдено следующее условие:

$$I_{\text{макс}} < I_{\text{доп}},$$

где $I_{\text{макс}}$ — максимальный ток в цепи проверяемого реле;
 $I_{\text{доп}}$ — максимальный допустимый ток для реостата.

Величина полного сопротивления реостата определяется минимальным током, который необходимо получить цепи проверяемого реле

$$r_p = \frac{U_{\text{п}}}{I_{\text{мин}}},$$

где $U_{\text{п}}$ — напряжение источника питания;

$I_{\text{мин}}$ — минимальный ток в цепи проверяемого реле.

Пределы измерения приборов и сопротивления реостатов или потенциометров подбираются для каждого случая в зависимости от напряжения питания и параметров реле. У реле, имеющих несколько обмоток — параллельных или последовательных, определяются одно-

полярные выводы. Для этого определяют ток или напряжение срабатывания реле от каждой обмотки в отдельности. Затем в одну из обмоток подается ток или напряжение, близкие к номинальному, и в этом режиме определяется ток или напряжение срабатывания второй обмотки. Если новые значения величины тока (напряжения) срабатывания будут меньше, чем в первом случае, то однополярными будут выводы обмоток, соединенные с одноименными полюсами источника питания. Однопо-

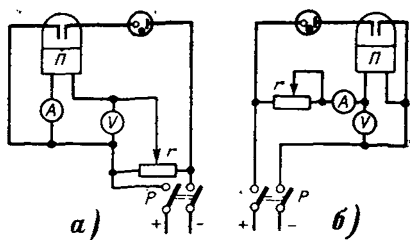


Рис. 28. Схема проверки параметров срабатывания реле.
а — напряжения; б — тока.

Положение контактов реле на этих схемах показано на отключенном рубильнике.

В схемах на рис. 29, в, г, положение контактов реле указано при включенном рубильнике Р. При отключении рубильника снимается напряжение с обмотки реле и пускается секундомер, который останавливается при возврате якоря реле.

В указанных схемах для измерения времени работы реле используют обычный электрический секундомер. Следует учитывать, что секундомеры при измерениях времени менее 0,1—0,15 сек могут давать значительные погрешности. Поэтому для измерения времени действия менее 0,1 сек лучше использовать миллисекундомер, например типа ЭМС-54 завода «Энергоприбор». Измерение времени производится согласно инструкции по пользованию миллисекундомером. На рис. 30 даны схемы для измерения времени миллисекундомером.

Во всех схемах и конструкциях реле, а в особенности при шунтировании обмоток, время замедления зависит от времени нахождения реле под напряжением. Кроме того, в полной схеме защиты обмотка замедленного реле может шунтироваться контактами или обмотками дру-

лярные выводы обозначаются одинаково точкой (·).

Время срабатывания реле определяют по схемам, приведенным на рис. 29. В схемах на рис. 29, а, б включением рубильника подают напряжение на реле и одновременно пускают секундомер, который останавливается контактами реле при его срабатывании.

гих реле. Поэтому перед проверкой времени замедления реле в схеме защиты необходимо тщательно проанализировать полную схему защиты и обеспечить при про-

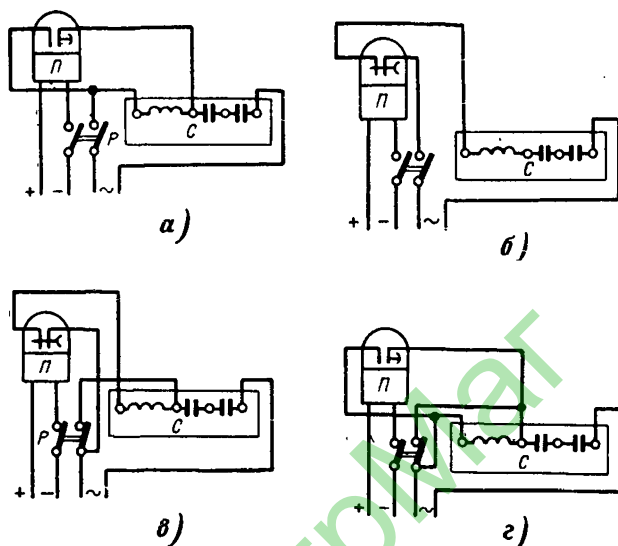


Рис. 29. Схемы проверки замедления реле электрическим секундомером.

верке необходимое или заданное время нахождения реле под напряжением, а саму проверку вести в полной схеме защиты, с учетом возможного шунтирования об-

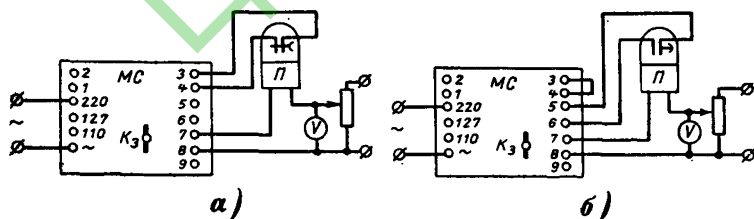


Рис. 30. Схемы проверки замедления реле с миллисекундомером.

моток замедленного реле обмотками или контактами других реле.

Проверка электрических характеристик реле переменного тока. Методы проверки и настройки промежу-

точных реле РП-25, РП-26, РП-311 и РП-351 такие же, как и реле типов РП-23, РП-24 и серии РП-210.

Для обеспечения правильной синусоидальной формы напряжения на реле, регулирование напряжения следует производить автотрансформатором типа ЛАТР или потенциометром. Для того чтобы напряжение на зажимах обмотки реле переменного тока не изменялось при их срабатывании вследствие увеличения сопротивления, величина сопротивления потенциометра выбирается так, чтобы удовлетворялось соотношение

$$\frac{z_{сх}}{r_{п}} \geq 5 \div 10,$$

где $z_{сх}$ — суммарное сопротивление проверяемой схемы;
 $r_{п}$ — сопротивление потенциометра.

Для измерения токов и напряжений в обмотках реле нужно использовать приборы, реагирующие на действующее значение тока или напряжения (электромагнитные, электродинамические), так как форма кривой тока в реле обычно отличается от синусоиды. Различные многопредельные приборы с выпрямителями реагируют на среднее значение напряжения и поэтому в данном случае дают значительную ошибку.

При новых включениях дополнительно измеряют ток, потребляемый реле при подаче на него номинального напряжения при втянутом и опущенном якоре. Потребление всех реле переменного тока при опущенном якоре в несколько раз больше потребления при втянутом, которое обычно приведено в каталогах. Ток в реле, измеренный при опущенном якоре, не должен превышать величины допустимой для контактов пусковых реле защиты.

Проверку тока срабатывания и возврата реле РП-341 выполняют по схеме рис. 27. Величина тока срабатывания, которую изменяют установкой перемычек на выводах секций первичной обмотки трансформатора, должна быть не более 0,8—0,9 тока срабатывания пусковых реле защиты.

По схеме на рис. 31 проверяется зависимость выпрямленного напряжения от тока $U_{=}=f(I_1)$. Назначение этой проверки — убедиться в исправности выпрямителей и трансформатора после проверки работы контактов реле с большими токами.

Примерный вид зависимости $U = f(I_1)$ дан на рис. 32. Наиболее часто встречающейся неисправностью является пробой диодов выпрямителя. В этом случае кривая $U = f(I_1)$ располагается значительно ниже, чем при исправных диодах. Для определения поврежденного диода разбирают внутреннюю схему реле и омметром определяют прямое и обратное сопротивление каждого диода

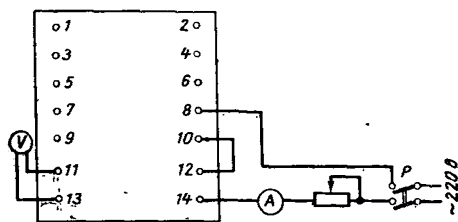


Рис. 31. Схема для проверки зависимости $U = f(I_1)$ у реле РП-341.

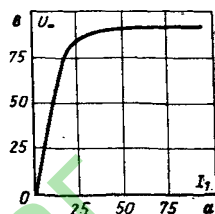


Рис. 32. Примерная зависимость $U = f(I_1)$ для реле РП-341.

с учетом его полярности. Прямое сопротивление исправного диода равно нескольким омам, обратное сопротивление равно нескольким сотням тысяч ом.

Пробой конденсатора и повреждение обмоток трансформатора определяются по снятой зависимости $U_2 = f(I_1)$, где U_2 — переменное напряжение на вторичной обмотке трансформатора. При повреждении конденсатора или обмоток трансформатора вторичное напряжение мало и незначительно изменяется при увеличении тока в первичной обмотке трансформатора.

Проверка правильности взаимодействия реле в схеме защиты или автоматики выполняется после окончания проверки отдельных реле. Регулировку реле после проверки взаимодействия схемы производить не следует. При новом включении и плановой проверке взаимодействия реле в схеме защиты или автоматики проверяется при напряжении постоянного тока, равном 80% нормального напряжения. Частичная проверка производится при нормальном напряжении.

Проверку взаимодействия реле в схеме производят, как правило, замыканием и размыканием от руки контактов реле в необходимых комбинациях, наблюдением

за работой схемы и сопоставлением фактической последовательности работы реле с последовательностью при имитируемых условиях в соответствии с принципиальной схемой проверяемой защиты и автоматики.

По окончании регулировки еще раз тщательно осматривают реле, проверяют затяжку всех гаек и винтов. Реле закрывают кожухом и завертывают крепящие гайки.

4. ПЕРЕМОТКА РЕЛЕ

Обмотки реле на разные номинальные напряжения и токи отличаются числом витков и диаметром обмоточной проволоки. При необходимости изменить номинальные напряжения или ток реле производится замена обмоток, которые поставляются заводом-изготовителем как запасные части. В случае отсутствия необходимых запасных обмоток производится перемотка.

Определение необходимого числа витков и диаметра проволоки производится по следующим выражениям [Л. 5]:

для параллельной обмотки

$$w_2 = w_1 \frac{U_2}{U_1}; d_2 = d_1 \sqrt{\frac{U_1}{U_2}};$$

для последовательной обмотки

$$w_2 = w_1 \frac{I_1}{I_2}; d_2 = d_1 \sqrt{\frac{I_2}{I_1}},$$

где w_1 — число витков обмотки на напряжение U_1 или ток I_1 (до перемотки);

d_1 — диаметр проволоки обмотки на напряжение U_1 или ток I_1 (до перемотки);

w_2 — число витков обмотки, которое нужно намотать для напряжения U_2 или тока I_2 ;

d_2 — диаметр проволоки обмотки на напряжение U_2 или ток I_2 .

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
ОБМОТОЧНЫЕ ДАННЫЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЛЕ СЕРИИ РП НА ПОСТОЯННОМ ТОКЕ
Таблица П1

Тип реле	Номинальные данные		Обмотки последовательные								Демпферная обмотка		Обмотки параллельные		Сопротивление, ом
			I обмотка		II обмотка		III обмотка								
	Напряже-ние, в	Ток, а	Число витков	Диаметр про-ва ПЭВ-2	Число витков	Диаметр про-ва ПЭВ-2	Число витков	Диаметр про-ва ПЭВ-2	Число витков	Марка и диа-метр про-ва	Число витков	Диаметр про-ва ПЭВ-2			
РП-211 РП-212	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,17	350/2 040	
	220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,12	1 400/8 400	
РП-213	110	1	72	0,38	72	0,38	—	—	—	—	—	—	—	—	
		2	36	0,55	36	0,55	—	—	—	—	—	—	—	—	
		4	18	0,8	18	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	
	220	1	72	0,38	72	0,38	—	—	—	—	—	—	—	—	
		2	36	0,55	36	0,55	—	—	—	—	—	—	—	—	
		4	18	0,8	18	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	
	110	1	72	0,31	72	0,31	72	0,31	—	—	—	—	—	—	
		2	36	0,44	36	0,44	36	0,44	—	—	—	—	—	—	
		4	18	0,64	18	0,64	18	0,64	—	—	—	—	—	—	
	220	1	72	0,31	72	0,31	72	0,31	—	—	—	—	—	—	
		2	36	0,44	36	0,44	36	0,44	—	—	—	—	—	—	
		4	18	0,64	18	0,64	18	0,64	—	—	—	—	—	—	

Тип реле	Номи- нальные данные		Обмотки последовательные								Демферная обмотка		Обмотки параллельные		
	Напряже- ние, В	Ток, а	I обмотка		II обмотка		III обмотка		Число витков	Диаметр прово- да ПЭВ-2	Число витков	Марка и диа- метр провода	Диаметр про- вода ПЭВ-2	Сопротивле- ние, Ом	
Число витков			Диаметр прово- да ПЭВ-2	Число витков	Диаметр прово- да ПЭВ-2	Число витков	Диаметр прово- да ПЭВ-2								
РП-23, РП-24	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,38	32±3	
	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,27	120±12	
	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,19	480±48	
	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,12	2750±100	
	220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,09	8500±800	
РП-232	24	1	650	0,41	—	—	—	—	—	—	—	—	0,17	250±15	
		2	325	0,59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		4	165	0,86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	48	1	650	0,41	—	—	—	—	—	—	—	—	0,12	1050±55	
		2	325	0,59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		4	165	0,86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	110	1	650	0,41	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8	5100±270	
		2	325	0,59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		4	165	0,86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	220	1	650	0,41	—	—	—	—	—	—	—	—	0,05	21500±1150	
		2	325	0,59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		4	165	0,86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Продолжение табл. П1

Тип реле	Номинальные данные		Обмотки последовательные								Демпферная обмотка		Обмотки параллельные					
			I обмотка		II обмотка		III обмотки		Число витков	Марка и диаметр провода	Число витков	Диаметр провода ПЭВ-2	Сопротивление, Ом					
			Число витков	Диаметр провода ПЭВ-2	Число витков	Диаметр провода ПЭВ-2	Число витков	Диаметр провода ПЭВ-2										
РП-233	24	1	300	0,41	300	0,41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42±2,5	
		2	150	0,59	150	0,59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		4	75	0,8	75	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		4	75	0,8	75	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150±8	
	48	1	300	0,41	300	0,41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		2	150	0,59	150	0,59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		4	75	0,8	75	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		4	75	0,8	75	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	820±40
	110	1	300	0,41	300	0,41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		2	150	0,59	150	0,59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		4	75	0,8	75	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		4	75	0,8	75	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
220	1	300	0,41	300	0,41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	2	150	0,59	150	0,59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	4	75	0,8	75	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	4	75	0,8	75	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
РП-251	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	105±5	
	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	415±15	
	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 200±75	
	220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7 650±380	

Продолжение табл. П1

Тип реле	Номинальные данные		Обмотки последовательные						Демпферная обмотка		Обмотки параллельные						
			I обмотка		II обмотка		III обмотка				Число витков	Марка и диаметр провода	Число витков	Диаметр провода ПЭВ-2	Сопротивление, ом		
	Число витков	Диаметр провода ПЭВ-2	Число витков	Диаметр провода ПЭВ-2	Число витков	Диаметр провода ПЭВ-2											
РП-252	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
РП-256	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ПР-253	127	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	24	1	100	0,59	100	0,59	100	0,59	1 000	0,41	1 200	—	—	0,21	—	—	—
	2	2	50	0,8	50	0,8	50	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	4	4	25	1,0	25	1,0	25	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	8	8	13	1,25	13	1,25	13	1,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение табл. П1

Тип реле	Номи- нальные данные		Обмотки последовательные								Демпферная обмотка		Обмотки параллельные		
	Напряже- ние, в	Ток, а	I обмотка		II обмотка		III обмотка		Число витков	Диаметр прово- да ПВ-2	Число витков	Марка и диа- метр провода	Число витков	Диаметр про- вода ПВ-2	Сопротивле- ние, Ом
			Число витков	Диаметр прово- да ПВ-2	Число витков	Диаметр прово- да ПВ-2	Число витков	Диаметр прово- да ПВ-2							
РП-253	48	1	100	0,59	100	0,59	100	0,59	1 000	0,41	2 400	0,15	210		
		2	50	0,8	50	0,8	50	0,8							
		4	25	1,0	25	1,0	25	1,0							
		8	13	1,25	13	1,25	13	1,25							
	110	1	100	0,59	100	0,59	100	0,59	1 000	0,41	5 500	0,13	1 100		
		2	50	0,8	50	0,8	50	0,8							
		4	25	1,0	25	1,0	25	1,0							
		8	13	1,25	13	1,25	13	1,25							
РП-254	220	1	100	0,59	100	0,59	100	0,59	—	—	11 000	0,07	4 400		
		2	50	0,8	50	0,8	50	0,8							
		4	25	1,0	25	1,0	25	1,0							
		8	13	1,25	13	1,25	13	1,25							
	110	1	650	0,47	—	—	—	—	600	0,47	10 900	0,7	4 400		
		2	325	0,64	—	—	—	—							
		3	165	0,93	—	—	—	—							
		4	83	1,33	—	—	—	—							

Примечание. В анименателе — добавочное сопротивление, включенное последо ательно с рабочей обмоткой.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПРИБОРЫ И ИНСТРУМЕНТ, НЕОБХОДИМЫЕ

1. Мегомметр на 1 000—2 500 в.
2. Амперметры: один—переменного тока электромагнитной системы, второй—постоянного тока.
3. Вольтметры.
4. Реостаты, обеспечивающие плавное изменение тока в пределах 1—10 а, 5—70 а (2 шт.), потенциометр, лабораторный регулируемый автотрансформатор типа ЛАТР-1.

ОБМОТОЧНЫЕ ДАННЫЕ ПРОМЕЖ

Тип реле	Номинальные данные		Заводское обозначение катушки	Обмоточные	
	Напряжение, в	Ток, а		Токовые	
				Число витков	
				Обмотка 1	Обмотка 2
ЭП-101А	24	—	ТЗВК 1286	—	—
ЭП-103А	48	—	ТЗВК 1287	—	—
	110	—	ТЗВК 1288	—	—
	220	—	ТЗВК 1289	—	—
ЭПВ-32	24	—	ТЗВК 1398	Короткозамкнутая обмотка	
	48	—	ТЗВК 1696	—	—
	110	—	ТЗВК 1397	335	—
	220	—	ТЗВК 1396	—	—
ЭП-1	—	0,25	ТЗВК 1690	1 120±10	—
	—	0,5	ТЗВК 1686	560±5	—
	—	1	ТЗВК 1687	280±3	—
	—	2,5	ТЗВК 1688	112±1	—
	—	5	ТЗВК 1698	56±0	—
	—	7,5	ТЗВК 1723	37±0	1,08
	24	—	ТЗВК 1718	—	—
	48	—	ТЗВК 1719	—	—
	110	—	ТЗВК 1719	—	—
	220	—	ТЗВК 1719	—	—
ЭПВ-11	24	—	ТЗВК 1684	—	—
ЭПВ-11	48	—	ТЗВК 1683	—	—
ЭПВ-12	110	—	ТЗВК 1682	—	—
	220	—	ТЗВК 1681	—	—

* Последовательно с обмоткой включено добавочное сопротивление 1 500 ом.

** Последовательно с обмоткой включено добавочное сопротивление 4 000 ом.

ДЛЯ ПРОВЕРКИ И РЕГУЛИРОВКИ РЕЛЕ

5. Электрический секундомер типа ПВ-53.
6. Миллисекундомер типа ЭМС-54.
7. Рубильники двухполюсные.
8. Пинцеты, отвертки, гаечные ключи М-3, М-4.
9. Надфиль, воронило.
10. Провода для сборки схемы, шланги для подачи питания.
11. Пружинный граммومتر на 10—40 Г.

УТОЧНЫХ РЕЛЕ СЕРИИ ЭП

Таблица П2

данные катушки					
Обмотки (нижние)			Обмотка напряжения (верхняя)		
Диаметр провода, мм ПЭЛ	Сопротивление, Ом		Число витков	Диаметр провода, мм ПЭЛ	Сопротивле- ние, Ом
	Обмотка 1	Обмотка 2			
—	—	—	4 100	0,29	100±5
—	—	—	8 700	0,2	435±21
—	—	—	18 100	0,14	1 900±170—100
—	—	—	40 000±1 000	0,09	10 000±500
0,8	—	—	2 800	0,27	100±8
	—	—	5 300	0,18	445±23
	—	—	11 500	0,12	2 200±100
	—	—	26 000	0,08	10 000±500
0,21	30±1,5	—	—	—	—
0,29	7,6±0,4	—	—	—	—
0,41	1,9±0,1	—	—	—	—
0,69	0,27	—	—	—	—
0,93	0,07	—	—	—	—
—	0,04	—	—	—	—
—	230	—	3 150±20	—	—
—	900	—	6 000±20	—	—
—	900*	—	—	—	—
—	900**	—	—	—	—
—	—	—	5 500	0,23	208±12
—	—	—	13 000	0,17	940±45
—	—	—	24 500	0,11	4 150±200
—	—	—	50 000	0,08	17 000±700

Тип реле	Номинальные данные		Заводское обозначение катушки	Обмоточные	
	Напряжение, в	Ток, а		Токовые об	
				Число витков	
				Обмотка 1	Обмотка 2
ЭПВ-11/4 ЭПВ-11/3	24	2	ТЗВК 1643	110±6	110±6
		4	ТЗВК 1648	55±3	55±3
		6	ТЗВК 1649	40±2	40±2
	48	2	ТЗВК 1642	110±6	110±6
		4	ТЗВК 1646	55±3	55±3
		6	ТЗВК 1647	40±2	40±2
	110	1	ТЗВК 1640	220±10	220±10
		2	ТЗВК 1641	110±6	110±6
		4	ТЗВК 1645	55±3	55±3
	220	1	ТЗВК 1638	220±10	220±10
		2	ТЗВК 1639	110±6	110±6
		4	ТЗВК 1644	55±3	55±3
ЭП-131	48	1	ТЗВК 1596	1 000±20	—
		2	ТЗВК 1597	500±10	—
		4	ТЗВК 1598	250±5	—
	110	1	ТЗВК 1593	1 000±20	—
		2	ТЗВК 1594	500±10	—
		4	ТЗВК 1595	250±5	—
	220	1	ТЗВК 1590	1 000±20	—
		2	ТЗВК 1591	500±10	—
		4	ТЗВК 1592	250±5	—
ЭП-132	24	1	5БК 520.139	340	340
		2	5БК 520.140	170	170
		4	5БК 520.144	85	85
	48	1	5БК 520.137	340	340
		2	5БК 520.138	170	170
		4	5БК 520.143	85	85
	110	1	5БК 520.135	340	340
		2	5БК 520.136	170	170
		4	5БК 520.142	85	85
	220	1	5БК 520.133	340	340
		2	5БК 520.134	170	170
		4	5БК 520.141	85	85

данные катушки

Катушки (нижние)			Обмотка напряжения (верхняя)		
Диаметр прово- да ПЭЛ	Сопротивление, ом		Число витков	Диаметр прово- да ПЭЛ	Сопротивле- ние, ом
	Обмотка 1	Обмотка 2			
0,59 0,86 1	0,38 0,09 0,05	0,44 0,11 0,06	3 140	0,25	120 ± 6
0,59 0,86 1	0,38 0,09 0,05	0,44 0,11 0,06	6 280	0,18	480 ± 25
0,44 0,59 0,86	1,4 0,38 0,09	1,65 0,44 0,11	14 300	0,12	$2\,500 \pm 100$
0,44 0,59 0,86	1,4 0,38 0,09	1,65 0,44 0,1	28 600	0,08	$10\,000 \pm 500$
0,44 0,64 0,8	8 2 0,6	— — —	7 000	0,15	790 ± 25
0,44 0,64 0,8	8 2 0,6	— — —	14 200	0,11	$3\,150 \pm 150$
0,44 0,64 0,8	8 2 0,6	— — —	24 800	0,08	$1\,300 \pm 500$
0,49 0,69 1	$2 \pm 0,1$ $0,5 \pm 0,025$ $0,14 \pm 0,007$	$2,65 \pm 0,13$ $0,65 \pm 0,03$ $0,16 \pm 0,008$	$1\,300 \pm 25$	0,35	$26 \pm 1,5$
0,49 0,69 1	$2 \pm 0,1$ $0,5 \pm 0,025$ $0,14 \pm 0,007$	$2,65 \pm 0,13$ $0,65 \pm 0,03$ $0,16 \pm 0,008$	$2\,900 \pm 80$	0,25	118 ± 5
0,49 0,69 1	$2 \pm 0,1$ $0,5 \pm 0,025$ $0,14 \pm 0,007$	$2,065 \pm 0,13$ $0,65 \pm 0,03$ $0,16 \pm 0,008$	$6\,700 \pm 150$	0,17	610 ± 30
0,49 0,69 1	$2 \pm 0,1$ $0,5 \pm 0,025$ $0,14 \pm 0,007$	$2,65 \pm 0,13$ $0,65 \pm 0,03$ $0,15 \pm 0,008$	$12\,200 \pm 200$	0,12	$2\,200 \pm 300 \pm 300$

Таблица ПЗ

ОБМОТОЧНЫЕ ДАННЫЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЛЕ СЕРИИ РП НА ПЕРЕМЕННОМ ТОКЕ

Тип реле	Номинальные данные		Заводское обозначение катушки	Обмотка		
	Напряжение, в	Ток, а		Число витков	Диаметр провода ПЭВ-2	Сопротивление, ом
РП-25, РП-26	110	—	5БК.520.604.4	3 000	0,21	—
	127	—				
	220	—	5БК.520.604.2	6 700	0,14	—
РП-351	100	—				
	127	—	5БК.520.675.2	3 300	0,21	—
	220	—		5 700	0,15	—
РП-341	—	—	5БК.520.570	4 500	0,18	320
РП-321	—	2,5—5	5БК.520.570	4 500	0,18	320

ЛИТЕРАТУРА

1. Чернобровов Н. В., Релейная защита, изд-во «Энергия», 1967.
2. Гордон А. В. и Сливинская А. Г., Электромагниты постоянного тока, Госэнергоиздат, 1960.
3. Витенберг М. Л., Расчет электромагнитных реле, Госэнергоиздат, 1961.
4. Алехин К. А. и Зекцер Д. М., Кодовые диспетчерские реле, Госэнергоиздат, 1961.
5. Инструкция по проверке промежуточных и сигнальных реле, Госэнергоиздат, 1959.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Принцип действия электромагнитных промежуточных реле	3
2. Конструкции и основные технические данные промежуточных и указательных реле	12
3. Проверка реле	46
4. Перемотка реле	70
Приложения	71
Литература	80