МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ РЕЛЕ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ

СПО
СОЮЗТЕХЭНЕРГО
Москва 1990

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ РЕЛЕ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ПО "СОЮЗТЕХЭНЕРГО"
Москва 1990

Р А З Р А Б О Т А Н О предприятием "Средазтехэнерго"
ПО "Союзтехэнерго"

И С П О Л Н И Т Е Л Ь В.А.АЛЁМОВ

У Т В Е Р Ж Д Е Н О Производственным объединением по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей "Союзтехэнерго" 09.06.89 г.

Заместитель главного инженера Ф.Л.КОГАН

© СПО Союзтехэнерго, 1990 г.

Ответственный редактор Р.Р.Яблокова
Технический редактор Б.М.Полякова
Корректор В.И.Шахнович

Подписано к печати 20.04.90 Формат 60x84 1/16
Печать офсетная Усл.печ.л.4,65 Уч.-изд.л. 4,6 Тираж 2050 экз.
Заказ № 190/90 Издат. № 8961О

Производственная служба передового опыта эксплуатации энергопредприятий Союзтехэнерго
105023, Москва, Семеновский пер., д.15

Участок оперативной полиграфии СПО Союзтехэнерго
109432, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д.29, строение 6

УДК 621.316.925 (083.96)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ РЕЛЕ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ

Срок действия установлен
с 01.05.90 г.
до 01.05.95 г.

В Методических указаниях приведены сведения, необходимые для технического обслуживания реле прямого действия и электромагнитов, встраиваемых в пружинные приводы высоковольтных выключателей 6-35 кВ.

С выходом настоящих Методических указаний аннулируется "Инструкция по наладке, проверке и эксплуатации реле прямого действия" (М.,: СПО ОРГРЭС, 1975).

Методические указания предназначены для персонала энергосистем и наладочных организаций, занимающегося наладкой и техническим обслуживанием устройств релейной защиты и электроавтоматики.

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1. Реле прямого действия применяются для защиты присоединений в электрических сетях напряжением 6-35 кВ.

1.2. В Методических указаниях приведены методика и объем проверок при разных видах технического обслуживания реле прямого действия и электромагнитов управления. В приложениях 1-6 рассмотрены конструкции и принцип действия наиболее распространенных типов реле и электромагнитов. Приведены характеристики, определяющие область применения и особенности работы реле прямого действия. Даны указания по механической регулировке и технические данные рассмотренных реле и электромагнитов.

1.3. При техническом обслуживании защит с реле прямого действия следует также руководствоваться "Правилами технического обслуживания устройств релейной защиты и электроавтоматики электричес-

ких сетей 0,4 - 35 кВ" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1989), "Инструкцией по проверке трансформаторов тока, используемых в схемах релейной защиты" (М.: Энергия, 1977), "Инструкцией по проверке трансформаторов напряжения и их вторичных цепей" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1979), а также заводскими инструкциями по монтажу и эксплуатации приводов выключателей.

2. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

Работы по проверке реле прямого действия, установленных в привод, следует выполнять с соблюдением правил техники безопасности при обслуживании электроустановок напряжением выше 1000 В.

Дополнительно необходимо выполнять следующие меры безопасности:

а) привод выключателя должен быть заземлен;

б) работы по установке реле в привод и регулировке отключающего механизма привода должны производиться при отключенном положении привода и полностью отпущенной пружине;

в) опробование действия реле на привод следует выполнять с соблюдением мер предосторожности: не касаться движущихся частей привода, не приближаться к ним на опасное расстояние.

3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ РЕЛЕ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ

3.1. Виды, периодичность и объем технического обслуживания

Техническое обслуживание реле прямого действия производится совместно с другими устройствами релейной защиты и электроавтоматики. Виды и сроки проведения технического обслуживания определяются в соответствии с "Правилами технического обслуживания устройств релейной защиты и электроавтоматики электрических сетей 0,4-35 кВ" и местными инструкциями.

Правилами установлены следующие виды технического обслуживания:

проверка (наладка) при новом включении - Н;

первый профилактический контроль - ПК;

профилактическое восстановление (ремонт) - В;

профилактический контроль - К;

опробование (тестовый контроль); технический осмотр;

дополнительные проверки (внеочередная и послеаварийная).

Ниже приводится объем и дается описание проверок, выполняемых при новом включении с указаниями об их сокращении при других видах технического обслуживания. В приложениях 6-8 приведены формы протоколов проверки реле прямого действия РТМ, РТВ и РНВ. При проверке токовых электромагнитов отключения и блокирующих реле отделителя (БРО) могут использоваться протоколы на реле РТМ, а при проверке электромагнитов управления - протоколы на реле РНВ. В приложении 9 дается перечень приборов и устройств, рекомендуемых для технического обслуживания реле прямого действия.

3.1.1. Проверка при новом включении:

подготовительные работы;

внешний осмотр;

проверка механической части реле;

проверка отключающего механизма привода и совместная регулировка его с реле;

проверка схемы включения реле;

проверка сопротивления изоляции и испытание повышенным напряжением;

проверка электрических характеристик реле.

3.1.2. Дополнительные проверки проводятся по мере необходимости для выяснения причин неправильного действия или отказа защиты, при частичных изменениях схем и восстановлении цепей после ремонта силового оборудования и регулировки приводов выключателей.

Дополнительные проверки выполняются в объеме, соответствующем назначению проверки по программе, составленной для каждого конкретного случая службой релейной защиты.

При проверках любого вида необходимо учитывать, что проверка реле прямого действия является заключительным этапом всего комплекса работ по монтажу или ремонту выключателя и его привода. Результаты этой проверки позволяют судить о правильности выполнения всего комплекса работ.

Поэтому проверку установленных в привод реле необходимо производить только после окончания всех работ по монтажу или ремонту выключателя и регулировке привода.

3.2. Внешний осмотр

3.2.I. При внешнем осмотре необходимо проверить:

а) состояние обмотки реле и ее выводов;

б) работу переключателя отпаек и надежность присоединения к нему выводов обмотки;

в) исправность механического указателя срабатывания;

г) плотность прилегания крышки реле к корпусу.

Все замеченные дефекты устранить. В протоколе проверки реле сделать отметки об устранении дефектов.

При плановом техническом обслуживании внешний осмотр выполнить в полном объеме.

3.3. Проверка механической части

3.3.I. Для проверки механической части реле следует демонтировать из привода и разобрать. Проверить исправность всех деталей. Особое внимание обратить на защиту деталей реле от коррозии. Заводское защитное покрытие должно быть исправно.

При наличии на деталях реле ржавчины не допускается удаление ее напильником или шкуркой. Такие детали следует заменить исправными, а восстановление защитного покрытия поврежденных деталей произвести в мастерской.

Из наиболее часто встречающихся неисправностей следует отметить следующие: погнутые и помятые гильзы; погнутые бойки, винты и шпильки для крепления; сорванная резьба винтов и гаек; отсутствие шайб; поломанные пружинные шайбы; заусенцы; разбитые детали из пластмасс.

Устранение таких неисправностей на месте затруднительно, поэтому поврежденные детали должны заменяться исправными.

Детали реле необходимо очистить от пыли, консервирующей заводской смазки, металлических стружек и опилок.

3.3.2. После проверки исправности деталей реле собрать. При сборке реле следует руководствоваться указаниями по проверке и регулировке, учитывающими особенности каждого типа реле (приложения I-5).

При сборке реле не допускается применение каких-либо видов

смазки, так как смазка всех видов изменяет вязкость в зависимости от окружающей температуры, впитывает в себя пыль и загустевает настолько, что может вызвать отказ в работе.

Сборку реле следует производить осторожно, не допуская перекосов и ударов. Особенно это относится к реле Рижского опытного завода "Энергоавтоматика", имеющим пластмассовые детали. При работе следует пользоваться простыми и торцевыми гаечными ключами. Не допускается применение вместо ключей плоскогубцев, так как это приводит к порче гаек и шпилек.

Для работы с переключателями с круглыми гайками необходимо иметь отвертку с прорезью в лезвии.

После сборки реле проверить от руки свободное движение всех подвижных частей и исправность часового механизма на слух (при многократных срабатываниях).

3.3.3. Проверенные реле установить в привод. Затем повторно проверить отсутствие перекосов и свободное движение всех подвижных частей.

После этого произвести проверку отключающего механизма привода и совместную регулировку его с реле.

3.3.4. При плановом техническом обслуживании состояние механической части реле следует проверить без снятия его с привода. Снять крышку реле и произвести внутренний осмотр, при этом проверить:

а) отсутствие коррозии на деталях реле;

б) затяжку всех винтовых соединений;

в) свободный ход сердечника и штока;

г) исправность часового механизма (на слух);

д) неизменность параметров механической регулировки (зазоры, люфты и т.п.).

В случае обнаружения коррозии или неисправностей реле снять с привода и произвести ремонт или замену неисправных деталей.

3.4. Совместная регулировка отключающего механизма привода и реле

3.4.1. Для надежной работы защиты с реле прямого действия после установки реле в привод работа реле и отключающего механизма

привода должна быть согласована. Предварительно произвести проверку и регулировку отключающего механизма. Такая регулировка необходима для приводов старой конструкции, в которых серповидный рычаг, выбивающий защелку и освобождающий тем самым вал выключателя, удерживается в верхнем положении с помощью стойки с роликом. К ним относятся приводы: УПП; ПП-6I, ПП-67 (первых выпусков), КПП-М, ППК-63 и ППМ-IO (до 1965 г. выпуска).

В приводах ПП-67 и ППМ-IO более поздних выпусков конструкция удерживающего механизма изменена: вместо стойки с роликом применен рычаг с серьгой. Такая конструкция довольно надежна и не требует регулировки удерживания серповидного рычага.

Приводы выключателей ВМП-IOП, ВМПП-IO, ВММ-IO и привод ППВ-IO имеют другую конструкцию механизма отключения, достаточно надежную и не требующую дополнительной регулировки.

Перед проверкой отключающего механизма привод должен быть проверен и отрегулирован в соответствии с заводской инструкцией по эксплуатации.

3.4.2. На рис.I,а приведена схема отключающего механизма приводов УПП, ПП-6I, ПП-67. Механизм работает следующим образом. При включении выключателя серповидный рычаг (на рисунке не показан) поднимается и своей планкой I становится на ролик 2 удерживающей стойки 3. Стойка прижимается пружиной 4 к задней стенке корпуса привода. При работе реле или отключающего электромагнита его боек 8 поднимается и поворачивает отключающую планку 5. Винтом 6 планка нажимает на нижнюю часть стойки 3, которая поворачивается вокруг своей оси. Ролик выкатывается из-под планки серповидного рычага вправо. Серповидный рычаг падает и отключает выключатель. Положение ролика под планкой регулируется винтом 6, отключающей планки-винтом 7.

Несколько другую конструкцию механизма отключения имеют приводы КПП-М, ППК-63 и ППМ-IO (рис.I,б). Стойка 3 с роликом 2 удерживается в равновесии системой "ломающихся" рычагов 6,7, укрепленных одним концом в неподвижной опоре 8. Нормально рычаги находятся за "мертвой" точкой и удерживаются в этом положении изогнутой лапкой 9 отключающей планки IO. При работе реле или отключающего электромагнита боек I4 ударяет в лапку II отключающей планки и поворачивает ее, выводя рычаги из "мертвого" положения. Рычаги складыва-

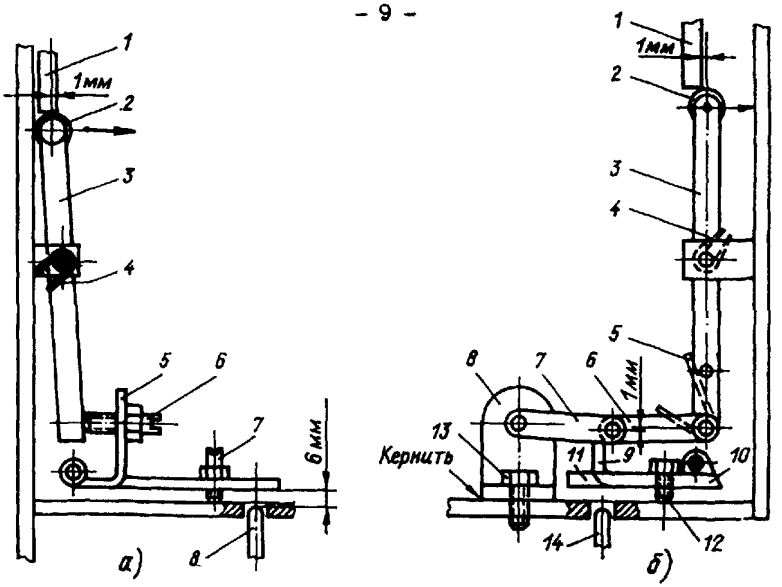


Рис.I. Схема отключающих механизмов:
а - приводов УПП, ПП-6I, ПП-67; б - приводов КПП-М, ППК-63, ППМ-I0

ются, что позволяет стойке повернуться вокруг оси по часовой стрелке. Ролик выкатывается из-под планки серповидного рычага вправо, последний падает и производит отключение выключателя. Пружины 4 и 5 возвращают стойку и "ломающиеся" рычаги в исходное положение.

Положение ролика под планкой серповидного рычага регулируется перемещением опоры 8. Положение отключающей планки I0 и провал "ломающихся" рычагов 6,7 регулируются винтом I2.

Регулировку отключающего механизма привода следует выполнять в такой последовательности:

I) проверить вращение серповидного рычага на оси. Ось и отверстие рычага должны быть точно подогнаны. Качание рычага на оси недопустимо, так как в этом случае планка рычага занимает на ролике произвольное положение и регулировка отключающего механизма нарушается;

2) отрегулировать положение ролика под планкой серповидного рычага. При этой регулировке должны выполняться два требования:

обеспечиваться надежное удерживание серповидного рычага, и в то же время легкое выбивание удерживающей стойки из-под планки. При увеличении зацепления планки с роликом надежность удерживания возрастает, но одновременно увеличивается усилие, необходимое для выбивания стойки. Поэтому при регулировке необходимо выбирать положение стойки, удовлетворяющее обоим требованиям.

Рекомендуемое положение стойки показано на рис.I. Оно может подбираться и опытным путем с последующей проверкой результата.

При регулировке отключающего механизма (см.рис.I,а) может оказаться, что ролик упрется в стенку корпуса привода, а надежного удерживания еще не будет. В этом случае планка I снимается с серповидного рычага и его поверхность под планкой спиливается, при этом планка переместится вправо и зацепление ролика увеличится.

В процессе регулировки механизма отключения следует проверять надежность удерживания серповидного рычага на ролике и усилие, необходимое для выбивания стойки с роликом из-под планки серповидного рычага.

Надежность удерживания проверять легким постукиванием молотка по корпусу привода во включенном положении, а также многократным включением привода.

Усилие, необходимое для поворота отключающей планки, следует измерять и сравнивать с заводскими данными (см.табл.Ш.I). Усилие следует измерять одним из способов, показанных на рис.2. Точка приложения усилия на лапке отключающей планки выбирается в месте касания лапки бойком реле. Измерение следует выполнять при включенном приводе плавным увеличением усилия; отсчет показания производить в момент освобождения серповидного рычага или другого механизма расцепления привода.

У приводов, для которых заводы не приводят значения статического усилия отключения, усилие следует определять как среднее нескольких измерений.

Критерием правильной регулировки механизма отключения может быть также минимальное напряжение срабатывания электромагнита отключения, которое должно быть не более 65% номинального;

3) отрегулировать положение отключающей планки. Эта регулировка также влияет на положение ролика под планкой серповидного рычага, поэтому следует выполнять совместно с предыдущей. При этом

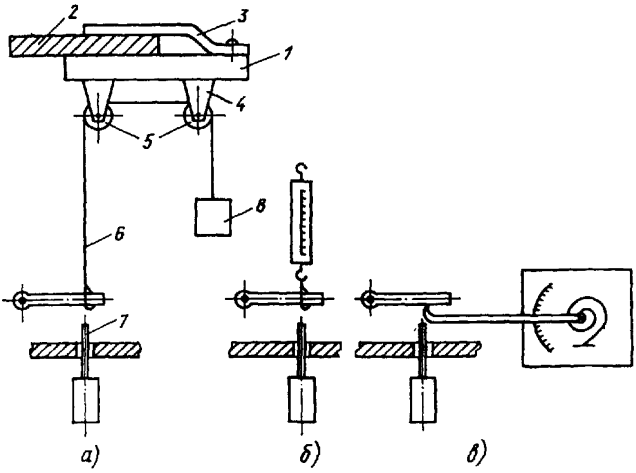


Рис.2. Схемы измерения статического усилия отключения привода с помощью:

а - специального приспособления и груза; *б* - безмена; *в* - динамометра

I - основание приспособления; 2 - полка привода; 3 - пружина; 4 - опора; 5 - ролик; 6 - тросик; 7 - боек реле; 8 - груз

для механизма, показанного на рис.I,*а*, положение планки необходимо выбирать таким образом, чтобы расстояние между ней и бойком реле было не менее 6 мм. Для механизма, показанного на рис.I,*б* положение планки следует определять провалом "ломающихся" рычагов за "мертвую" точку.

Проверить состояние отключающей планки. Она должна быть без прогибов и перекосов. Осевой люфт планки в подшипниках должен быть не более 0,4 мм.

После окончания регулировки все регулировочные винты надежно затягиваются. Крепление опоры 8 винтом I3 (см.рис.I,*б*) недостаточно. Усилие, создаваемое серповидным рычагом, достаточно велико, и опора может сдвинуться. Поэтому после окончания регулировки полку привода у основания опоры, как показано на рис.I,*б*, следует закернить.

3.4.3. Согласование хода бойка реле и электромагнитов с отключающим механизмом привода следует производить для каждого реле и электромагнита, установленного в приводе. При этом должны выполняться следующие условия:

а) для реле РТМ и электромагнитов отключения касание бойком лапки отключающей планки должно происходить как можно позже, когда их сердечники имеют наибольшее тяговое усилие. Расстояние от бойка до лапки отключающей планки должно быть не менее 6 мм;

б) для реле РТВ касание бойком лапки отключающей планки должно происходить после расцепления часового механизма. При этом расстояние от бойка до планки в момент расцепления часового механизма должно составлять I-2 мм;

в) для всех реле и электромагнитов запас хода бойка после расцепления отключающего механизма должен быть около 2 мм.

Согласование хода бойка с отключающей планкой выполнять подгибанием лапок отключающей планки или изменением длины бойка (изменением положения головки бойка, навертыванием на конец бойка гайки).

Для реле и электромагнитов, имеющих на бойках головки или гайки, должны быть приняты меры для предотвращения их самоотвинчивания при вибрации, что может привести к отказу в срабатывании.

Регулировка отключающего механизма и согласование его работы с реле прямого действия необходимо выполнять в полном объеме при любом виде технического обслуживания, выполняемого после разборки и регулировки привода.

При техническом обслуживании, не связанном с разборкой и регулировкой привода, у отключающего механизма следует проверять:

а) надежность удерживания серповидного рычага на ролике в соответствии с 3.4.2,2;

б) усилие, необходимое для поворота отключающей планки, по напряжению срабатывания электромагнита отключения (3.4.2,2);

в) затяжку всех регулировочных винтов отключающего механизма;

г) запас хода бойков всех реле и электромагнитов после расцепления отключающего механизма (3.4.3,3).

3.5. Проверка сопротивления изоляции и испытание ее повышенным напряжением

Проверку сопротивления изоляции и испытание ее повышенным напряжением следует выполнять в полной схеме. Поэтому предварительно должны быть собраны цепи переменного тока и напряжения и цепи управления.

Проверить правильность соединений, соответствие их принципиальным и монтажным схемам и затяжку всех винтовых контактных соединений.

Испытание производить при закрытых кожухах, крышках и дверцах в следующей последовательности:

I) снять заземление вторичных обмоток измерительных трансформаторов;

2) измерить мегаомметром на I000-2500 В сопротивление изоляции цепей управления, тока, напряжения относительно земли и между собой. Сопротивление изоляции должно быть не менее I МОм;

3) произвести испытание изоляции всех цепей относительно земли напряжением I000 В переменного тока в течение I мин.

При отсутствии возможности испытания переменным напряжением I000 В допускается производить испытание мегаомметром на 2500 В или выпрямленным напряжением от специальной установки;

4) измерить повторно сопротивление изоляции мегаомметром;

5) восстановить заземление вторичных обмоток измерительных трансформаторов.

При плановых видах технического обслуживания следует выполнять только измерение сопротивления изоляции. Испытание повышенным напряжением производить в случае замены реле или их обмоток.

3.6. Проверка электрических характеристик

3.6.I. Объем и последовательность проверки

Проверка электрических характеристик реле и электромагнитов при разных видах технического обслуживания следует выполнять в соответствии с табл.3.I.

Таблица 3.I

Наименование проверки	Вид технического обслуживания			
	Н	КТ	К	В
I	2	3	4	5
I. Реле РТМ и токовые электромагниты отключения				
I.I. Проверка тока срабатывания на рабочей уставке	+	+	+	+
I.2. Измерение полного сопротивления обмотки реле (электромагнита) при отпущенном и подтянутом сердечнике и токе, равном току срабатывания	+	–	–	–
I.3. Измерение полного времени срабатывания при кратности тока реле I,5	+	–	–	–
2. Реле РТВ				
2.I. Проверка тока и времени срабатывания на рабочей уставке	+	+	+	+
2.2. Измерение полного сопротивления обмотки реле при отпущенном и подтянутом сердечнике и токах, равных току срабатывания	+	–	–	–
2.3. Настройка выдержки времени в независимой части характеристики или при заданном токе	+	+	–	+
2.4. Снятие зависимости времени срабатывания от тока на рабочей уставке при трех-четырехкратном значении тока	+	+	–	+
2.5. Измерение коэффициента возврата реле в зависимой и независимой частях характеристики	+	–	–	–
3. Блокирующее реле отделителя				
3.I. Проверка тока срабатывания	+	+	+	+
3.2. Проверка на отсутствие вибрации при максимальном значении тока КЗ и включенном короткозамыкателе	+	–	–	+
4. Реле РНВ				
4.I. Проверка напряжения срабатывания и возврата реле	+	+	–	+
4.2. Проверка заданной выдержки времени	+	+	+	+

Окончание таблицы 3.1

Наименование проверки	Вид технического обслуживания			
	Н	КТ	К	В
I	2	3	4	5
5. Электромагниты управления				
5.1. Проверка напряжения срабатывания	+	+	-	+
5.2. Проверка действия электромагнита на включение или отключение привода при номинальном напряжении оперативного тока	+	+	+	+

Примечание. Знак "+" указывает на необходимость выполнения проверки.

3.6.2. Проверка и настройка тока срабатывания реле и электромагнитов

3.6.2.1. Схемы регулирования тока

При выборе схемы регулирования тока для проверки реле РТМ и РТВ необходимо учитывать зависимость их сопротивления от положения сердечника.

Сопротивление токовых реле и электромагнитов значительно (в 3-4 раза) увеличивается при подъеме их сердечника (приложения I,2). Увеличение сопротивления реле приводит к уменьшению тока в его обмотке и, следовательно, тягового усилия сердечника, которое примерно пропорционально квадрату тока.

В результате тяговое усилие в конце хода сердечника может оказаться недостаточным для отключения привода. Поэтому схема регулирования тока должна обеспечивать практически неизменное значение тока в обмотке реле при подъеме его сердечника. На рис. 3,*а* приведена наиболее удобная и простая схема, в которой ток регулируется реостатом. Независимость тока в обмотке реле от положения сердечника обеспечивается подбором сопротивления реостата. Для существующих реле РТМ и РТВ это условие соблюдается при сопротивлении реос-

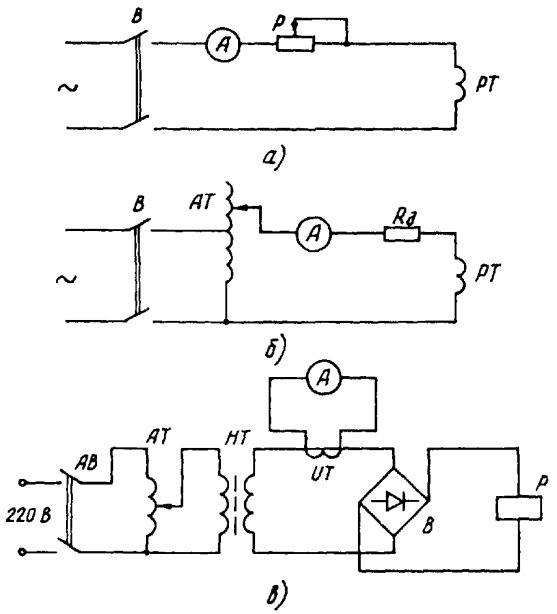


Рис.3. Схемы регулирования тока с помощью: *а* - реостата; *б* - автотрансформатора; *в* - автотрансформатора, подачей в реле выпрямленного тока

тата I2-I6 Ом, в 6-8 раз большем начального сопротивления реле.

Напряжение источника питания при токе 5 А и полном сопротивлении цепи I6-I8 Ом должно составлять около 90 В. Для стандартных напряжений 220 и 380 В сопротивление реостата должно быть порядка 50 и 80 Ом соответственно. Значение допустимого тока реостата для проверки большинства реле должно составлять 40-50 А. В отдельных случаях может требоваться реостат на значительно больший ток.

На рис.3,б показана схема, в которой регулирование тока осуществляется автотрансформатором. Постоянство тока в обмотке реле при движении сердечника обеспечивается добавочным сопротивлением, значение сопротивления которого по изложенным выше соображениям должно составлять I3-I6 Ом. Возможности этой схемы ограничены, так как при указанном значении добавочного сопротивления существующие регулировочные автотрансформаторы позволяют получить максимальное значение тока в реле порядка I5 А.

Проверка электромагнитных реле, реагирующих на действующее значение переменного тока, может производиться с использованием выпрямленного тока.

При использовании выпрямленного тока сопротивление реле мало зависит от положения его сердечника и ток в реле остается практически неизменным в течение процесса срабатывания реле. В этом случае не требуется включать в цепь реле добавочное сопротивление, что позволяет значительно расширить диапазон регулирования тока.

На рис.3, *б* показана схема проверки реле выпрямленным током. Регулирование тока осуществляется автотрансформатором АТ, напряжение с которого подается на нагрузочный трансформатор НТ (220/I2 В). К низковольтной обмотке НТ через двухполупериодный выпрямитель В (В-200) подключается обмотка проверяемого реле. Измерение тока осуществляется до выпрямителя через измерительный трансформатор тока ИТ (УТТ-5).

Применение автотрансформатора ЛАТР-I в такой схеме обеспечивает диапазон регулирования тока от 0 до 200 А.

Проверка реле выпрямленным током может производиться с помощью испытательного устройства ОПЕ-2-230, выпускаемого Ростовским специализированным производственным предприятием "Энергоавтоматика".

3.6.2.2. Учет погрешности трансформаторов тока при настройке тока срабатывания

При настройке реле РТМ и РТВ необходимо учитывать погрешность трансформаторов тока. Расчет трансформаторов тока по кривым I0%-ных погрешностей для реле РТМ и РТВ затруднен из-за зависимости сопротивления реле от многих факторов; результаты его недостаточно точны.

Поэтому настройку уставок реле независимо от результатов расчетов следует вести так, чтобы автоматически учитывались погрешности трансформаторов тока. В большей мере это относится к реле РТВ, имеющим значительное сопротивление обмоток и зависимую от тока выдержку времени. Настройка реле от постороннего источника без учета погрешностей трансформаторов тока может привести к тому, что при действительном коротком замыкании выдержка времени его значительно увеличится по сравнению с расчетной.

Для полного учета погрешности трансформатора тока настройку

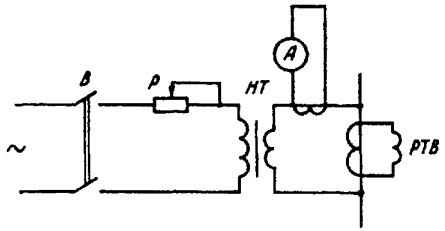


Рис.4. Схема проверки реле первичным током

реле необходимо выполнять первичным током по схеме рис.4.

Применение этой схемы ограничивается мощностью и массой нагрузочного трансформатора, а также первичным током срабатывания защиты. При больших первичных токах соединения необходимо выполнять короткими проводами большого сечения с наконечниками.

Проверка первичным током в комплектных распределительных устройствах с выкатными тележками выключателей требует полной выкатки тележки, прокладки длинных проводов большого сечения к трансформаторам тока, вкатывания тележки в испытательное положение.

При этом возникают серьезные затруднения в соблюдении правил техники безопасности.

Этих недостатков лишена схема, показанная на рис.5. Схема не требует тяжелой аппаратуры и с достаточной точностью учитывает погрешности трансформаторов тока.

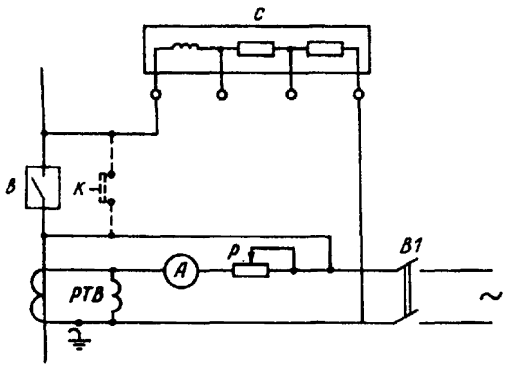


Рис.5. Схема проверки реле с учетом погрешности трансформаторов тока

В этой схеме ток подается на обмотку реле, включенную параллельно вторичной обмотке трансформатора тока. Отличие этой схемы состоит в том, что сопротивление вторичной обмотки трансформатора тока включено последовательно с сопротивлением намагничивания, когда как в реальной схеме замещения, со-

ответствующей указанной на рис.4, сопротивление вторичной обмотки трансформатора тока включено последовательно с сопротивлением реле.

Проверка по схеме рис.5 дает очень небольшую (несколько процентов) ошибку по сравнению с проверкой первичным током по схеме рис.4. Это объясняется тем, что сопротивление вторичной обмотки применяемых трансформаторов тока (десятые доли ома) значительно меньше сопротивления реле (2-5 Ом) и ветви намагничивания (десятки омов), поэтому им можно пренебречь.

3.6.2.3. Проверка тока срабатывания на рабочей уставке и измерение полного сопротивления реле

В соответствии с заданной уставкой следует установить переключатель отпаек или подключить требуемую отпайку на выводы сборки.

Точная настройка тока срабатывания реле РТМ осуществляется изменением воздушного зазора.

Проверка тока срабатывания реле РТВ выполнять при полностью выведенной выдержке времени (поводок поднят вверх до упора).

Ток срабатывания определять при плавном увеличении тока в обмотке до отключения привода или срабатывания отключающего механизма. Ток срабатывания на уставке следует измерять трижды.

Для всех реле РТМ и РТВ разброс тока срабатывания по отношению к среднему значению не должен превышать 4%.

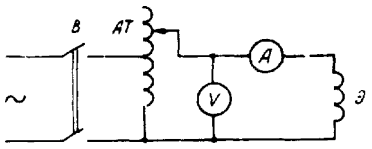
Погрешность тока срабатывания относительно тока уставки по шкале не должна превышать $\pm$ I0%.

Одновременно с проверкой тока срабатывания целесообразно измерять полное сопротивление реле при отпущенном и подтянутом сердечнике при профилактическом восстановлении и наладке. Для этого параллельно обмотке реле следует подключить вольтметр и измерить два значения напряжения на реле: при токе близком к току срабатывания, когда сердечник реле еще отпущен и при токе срабатывания, когда сердечник реле подтянут.

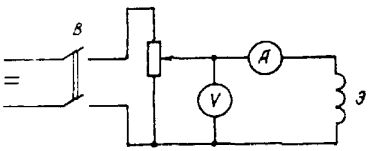
По полученным значениям напряжения и тока определить полное сопротивление реле для соответствующего положения сердечника.

3.6.3. Проверка напряжения срабатывания и возврата реле минимального напряжения и электромагнитов

Проверка реле РНВ и электромагнитов переменного тока выполнять по схеме рис.6,*а*.



а)



б)

Рис.6. Схемы измерения напряжения срабатывания и возврата: *а* – реле и электромагнитов переменного тока; *б* – электромагнитов постоянного тока

Напряжение срабатывания реле минимального напряжения проверять при максимальной выдержке времени (поводок установлен в крайнее верхнее положение) плавным снижением напряжения автотрансформатором АТ. Напряжение срабатывания определять по началу движения сердечника. Одновременно следует проверять надежность работы реле при напряжении срабатывания и максимальной выдержке времени. По истечении выдержки времени реле должно четко срабатывать.

Проверку производить не менее трех раз. Взвод отключающей пружины реле следует выполнять от руки нажатием на шток.

Напряжение возврата определять при отключенном приводе медленным подъемом напряжения на обмотке реле до полного втягивания сердечника.

Напряжение срабатывания и возврата реле РНВ должно находиться в пределах норм, указанных заводом-изготовителем (приложение 3).

В случае необходимости регулировку произвести изменением натяжения пружины сердечника (для всех реле, кроме РНВ завода "Электроаппарат").

Напряжение срабатывания электромагнитов включения и отключения проверять при действии их на привод.

Проверку электромагнитов постоянного тока следует выполнять по схеме рис.6,*б*.

Напряжение срабатывания электромагнитов включения не должно превышать 80% номинального напряжения.

Напряжение срабатывания электромагнитов отключения не должно превышать 65% номинального напряжения.

Напряжение возврата электромагнитов не регламентируется, но они должны четко возвращаться в исходное положение при снижении напряжения до нуля.

3.6.4. Проверка и настройка времени срабатывания

3.6.4.I. Схемы измерения времени срабатывания

При измерении времени срабатывания реле прямого действия, не имеющих собственных контактов, для остановки секундомера следует использовать контакты других аппаратов.

На схеме рис.5 остановка секундомера производится контактами выключателя. Эта схема неудобна тем, что требует многочисленных циклов включения и отключения выключателя при проверке реле РТВ, что может привести к преждевременному повреждению привода или выключателя.

Другим недостатком этой схемы является необходимость разземления хотя бы одной фазы выключателя для присоединения секундомера, что вызывает затруднение с соблюдением правил техники безопасности.

При работах в комплектных распределительных устройствах возникают затруднения, связанные с выкатыванием тележек выключателей, подсоединением проводов и вкатыванием выключателей в испытательное положение.

Использование для остановки секундомера блок-контактов выключателя облегчает и ускоряет проверку, но количество включений и отключений выключателя остается прежним.

Указанных недостатков лишена схема с использованием специальных вспомогательных контактов. В качестве вспомогательных контактов могут быть использованы микропереключатель или устройство, показанное на рис.7.

Такую конструкцию контактов удобнее всего использовать в приводах, имеющих серповидный рычаг (УПГП, ПП-6I, ПП-67, ППМ-I0 и др.).

Основание контактов I устанавливается на верхней полке при-

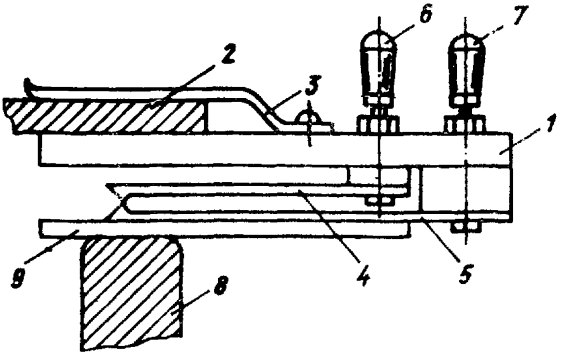


Рис.7. Вспомогательные контакты для остановки секундомера

вода 2 и удерживается на ней пружиной 3. На основании укреплены контакты 4 и 5 с выводами 6 и 7. Контакты К включаются в схему рис.5 (показаны пунктиром) вместо контактов выключателя В.

Во время проверки выключатель остается отключенным. Серповидный рычаг заводится от руки и своей верхней частью 8 через изолирующую пластину 9 замыкает контакты 4 и 5. При срабатывании реле серповидный рычаг падает вниз, контакты 4 и 5 размыкаются и останавливают секундомер. Таким образом, вся проверка проводится на отключенном и заземленном выключателе и лишь в конце проверки выключатель опробуется на отключение в полной схеме защиты.

Полное время срабатывания защиты дает схема с использованием контактов выключателя. При использовании вспомогательных контактов измеренное время будет меньше действительного на время падения серповидного рычага, поворота удерживающей собачки и поворота вала привода. При правильной регулировке привода эта разница обычно не превышает 0,1-0,15 с.

При новом включении эта разница в показаниях секундомера измеряется и в дальнейшем учитывается при плановых проверках.

В приводах, не имеющих серповидного рычага (ВМП-10П, ВМПП-10, ВМП-10, ШВ-10 и др.), вспомогательные контакты устанавливаются таким образом, чтобы на них воздействовала отключающая планка при повороте.

3.6.4.2. Установка выдержки времени и снятие характеристики для реле РТВ

После регулировки заданной уставки по току срабатывания для реле РТВ установить заданную выдержку времени при определенном значении тока или в независимой части характеристики.

Предварительно устанавливается заданный ток или ток, соответствующий независимой части характеристики (четырехкратный от тока срабатывания для обычных реле и двукратный - для реле с крутой характеристикой).

Установленный ток подают в обмотку реле толчком и измеряют время срабатывания. Изменением положения поводка подбирается требуемая выдержка времени.

Время срабатывания определить как средние из трех измеренных.

Снять зависимость времени срабатывания от тока в реле $t_{ср} = f(I_р)$ на рабочей уставке. Для реле с обычной характеристикой время срабатывания рекомендуется определять при токах, равных I,5; 2; 2,5; 3,5 тока срабатывания, для реле с крутой характеристикой - при токах, равных I,25; I,5; I,75; 2 тока срабатывания.

Измерение времени производить не менее трех раз для каждого значения тока. Определить разброс времени срабатывания по отношению к среднему значению, который следует учитывать при согласовании со смежными защитами.

Разброс времени срабатывания в независимой части характеристики для реле разных заводов не должен превышать 0,2-0,3 с.

Время срабатывания реле РНВ следует проверять по схеме рис.8 при полном снятии напряжения. При взведенной пружине реле и включенном выключателе В2 автотрансформатором АТ установить номинальное напряжение на реле. Затем секундомер С установить на нуль и отключить выключатель В2, который снимает напряжение с реле и пускает секундомер. Остановка секундомера производится контактами выключателя В или вспомогательными контактами К такой же конструкции, как и для реле РТВ (см.рис.7).

Изменением положения поводка установить требуемую выдержку времени.

Разброс времени срабатывания по отношению к среднему из трех

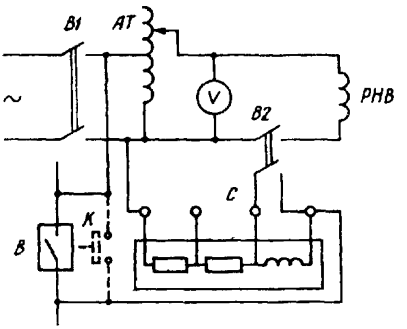


Рис.8. Схема проверки реле РНВ

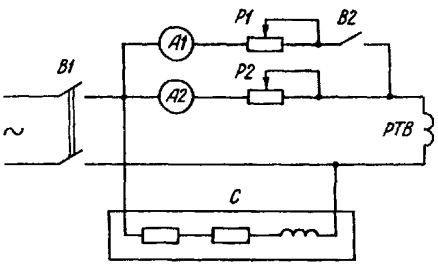


Рис.9. Схема проверки коэффициента возврата реле РТВ

измеренных для реле разных конструкций не должен превышать 0,3-0,4(

3.6.5. Проверка коэффициента возврата реле РТВ

Проверку следует выполнять после настройки заданных уставок по схеме рис.9. Коэффициент возврата необходимо измерять как в независимой, так и в зависимой частях характеристики.

При включенном выключателе B1 и отключенном B2 реостатом P2 по амперметру A2 установить предполагаемый ток возврата реле, равный 0,6-0,7 тока срабатывания.

Затем включить выключатель B2 и реостатом P1 по амперметру A1 установить примерно двух-трехкратный ток к току срабатывания. Выключатель B1 отключить, секундомер C установить на нуль и выключатель B1 снова включить. По секундомеру отсчитать время, на 0,5-0,7 с меньше выдержки времени проверяемого реле в независимой части характеристики и в этот момент выключатель B2 отключить. Таким образом имитируются сквозное, для данного реле короткое замыкание, отключение КЗ своей защитой и оставшейся в проверяемом реле ток нагрузки.

Опытным путем подобрать максимальное значение тока в цепи A2,P2, при котором реле после отключения B2 возвращается в начальное положение. Этот ток и будет током возврата при работе реле в независимой части характеристики.

Аналогично измерить ток возврата и при работе реле в зависимой части характеристики. В этом случае суммарный ток в цепи реле установить равным I,2-I,5 тока срабатывания.

Полученные значения коэффициента возврата следует сравнить с принятыми при расчете и в случае необходимости внести поправки.

Приложение I

РЕЛЕ ТОКА МГНОВЕННОГО ДЕЙСТВИЯ И ТОКОВЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТЫ ОТКЛЮЧЕНИЯ

I. Конструкция и принцип действия

Первые конструкции реле тока мгновенного действия РТМ имели существенные недостатки. Реле были снабжены цельным массивным сердечником. Регулирование тока срабатывания осуществлялось ступенчато с помощью переключения отпаек обмотки (реле РТМ привода ПРБА и др.).

Из-за значительной массы сердечника эти реле имели большое потребление мощности, а ступенчатое регулирование тока срабатывания не позволяло точно выполнять необходимую уставку.

С целью устранения указанных недостатков конструкция реле РТМ была изменена. Для уменьшения потребляемой мощности тяжелый сердечник был заменен легким трубчатым, а для осуществления точной настройки тока срабатывания были разработаны конструкции реле с плавным регулированием тока срабатывания (Ленинградский завод "Электроаппарат", 1959 г.) и комбинированным плавноступенчатым регулированием тока срабатывания (Рижский опытный завод " Энергоавтоматика"-привод УПП, 1959 г.).

Из реле с плавным регулированием тока срабатывания следует рассмотреть реле РТМ к приводу ППМ-10, которое выпускалось Ленинградским заводом "Электроаппарат" до 1972 г.

Конструкция реле приведена на рис.Ш.1. Обмотка реле I, не имеющая отпаек, размещена на каркасе 2. Внутри каркаса расположена латунная гильза 3, в которой укреплен контрполюс 4. Нижним концом гильза входит в выточку оправы 5 из немагнитного материала. Оправа крепится к нижней полке привода 6. Полки и стенки привода

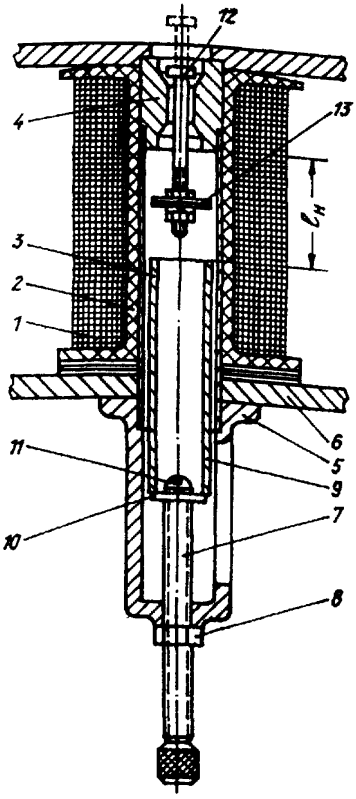


Рис.Ш.I.Реле РТМ к приводу ПМ-I0 завода "Электроаппарат"

образуют магнитопровод реле. В нижнюю часть оправы ввернут регулировочный винт 7, с рифленой головкой. В установленном положении винт закрепляется гайкой 8. Сердечник реле 9 выполнен в виде трубки с продольным разрезом для уменьшения потерь. Нижним концом сердечник опирается на диск I0, который винтом II крепится к регулировочному винту 7. Боек I2 свободно висит в углублении контрполюса. Изменение тока срабатывания производится изменением начального расстояния $\ell_н$ между сердечником 9 и контрполюсом 4 с помощью регулировочного винта 7.

При срабатывании реле сердечник втягивается, ударяет по диску I3, укрепленному на нижнем конце бойка, и вместе с бойком движется вверх до упора в контрполюсе. Боек ударяет в лапку отключающей планки и освобождает запирающий механизм привода.

Для расширения пределов регулирования тока срабатывания обмотка реле выполняется в четырех вариантах, обеспечивающих пределы регулирования: 5-I5, I0-30, 20-60 и 40-I20 А. Реле комплектуется на заводе той или иной обмоткамя в соответствии с заказом.

Преимуществом этой конструкции реле является плавное регулирование тока срабатывания, отсутствие переключателя отпаек, удешевление изготовления обмотки реле. Недостатком является все же значительная потребляемая мощность, обусловленная самим принципом регулирования тока срабатывания и большим диапазоном токов, перекрываемых за счет изменения начального расстояния между сердечником и контрполюсом.

Значительно лучше конструкция реле РТМ Рижского опытного завода

"Энергоавтоматика", выпускаемого к приводам ПП-6I, ПП-67. В реле применено комбинированное регулирование тока срабатывания: грубое регулирование тока срабатывания производится изменением числа витков за счет переключения отпаек, а плавное - незначительным изменением начального расстояния $\ell_н$. Такая конструкция реле имеет более дорогостоящую обмотку, но обеспечивает минимальное потребление за счет уменьшения числа витков при грубом увеличении тока срабатывания. Преимуществом реле является также наличие механического указателя срабатывания.

Конструкция реле показана на рис.П.2.

Катушка реле 3 устанавливается между полками привода I. Внутри каркаса 2 крепится контрполюс 5 и гильза 4, внутри которой движется легкий пустотелый сердечник 6 с укрепленным в нем бойком 7. Гильза 4 опирается на неподвижную пластмассовую чашку 9, а сердечник - на подвижную чашку I4. Передвижением нижней чашки регулируется начальное положение сердечника и тем самым ток срабатывания реле. Чашки крепятся гайками I0, II на шпильках. На сердечнике 6 имеется поводок I2, который при движении сердечника вверх освобождает указатель срабатывания I3. Отпайки I5 от обмотки реле выведены на зажимы привода без переключателя. Грубое изменение тока срабатывания осуществляется переключением жил кабеля на зажимах привода. В верхней торцевой части сердечника запрессован короткозамкнутый виток 8.

Недостатком данной конструкции реле РТМ является

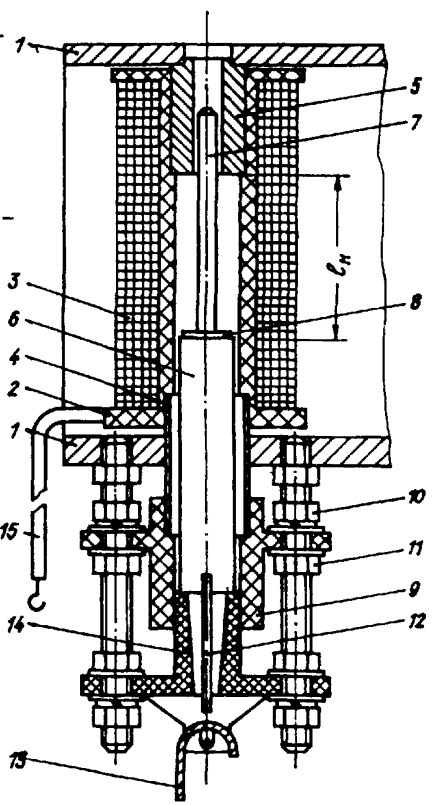


Рис.П.2 Реле РТМ к приводам ПП-6I, ПП-67 Рижского опытного завода "Энергоавтоматика"

неудобство плавного изменения тока срабатывания перемещением чашки I4, для чего необходимо отворачивать гайки I0 и II.

Для перекрытия всего диапазона токов срабатывания реле выполняется в четырех вариантах, которые различаются обмоточными данными.

Такие же технические данные имеет реле РТМ к приводам ПП-6IК и ПП-67К Курганского электромеханического завода.

Конструкция этого реле несколько изменена.

Нижняя чашка реле выполнена неподвижной. Плавное изменение тока срабатывания производится перемещением шпильки в отверстии с резьбой в дне чашки. Шпилька имеет шлиц под отвертку. В этой конструкции удобно плавное изменение тока срабатывания, однако отсутствует механический указатель срабатывания.

Реле РТМ к приводам выключателей ВМП-I0П, ВММ-I0 выпускаются Ровенским заводом высоковольтной аппаратуры. Приводы указанных выключателей встроены в раму выключателя и отдельно не выпускаются. Такие же реле используются в приводе ППВ-I0, выпускаемом Благовещенским электроаппаратным заводом.

Конструкция реле показана на рис.Ш.3.

В реле также применен комбинированный способ регулирования тока срабатывания. Переключение отпаек осуществляется переключателем 3. Плавное изменение тока срабатывания производится регулировочным винтом 9. Реле снабжено механическим указателем срабатывания I0. Особенностью конструкции реле является наличие собственного магнитопровода 8. Реле имеет обмотку с отпайками, охватывающую весь диапазон токов срабатывания.

2. Характеристики реле РТМ

Основными параметрами реле РТМ, определяющими область применения, особенности расчета уставок и условия регулировки приводов являются:

а) варианты исполнения по току срабатывания;

б) зависимость сопротивления реле и потребляемой мощности от тока срабатывания, положения сердечника и тока в обмотке реле;

в) зависимость времени срабатывания реле от тока;

г) зависимость тягового усилия сердечника от расстояния между сердечником и контрполюсом.

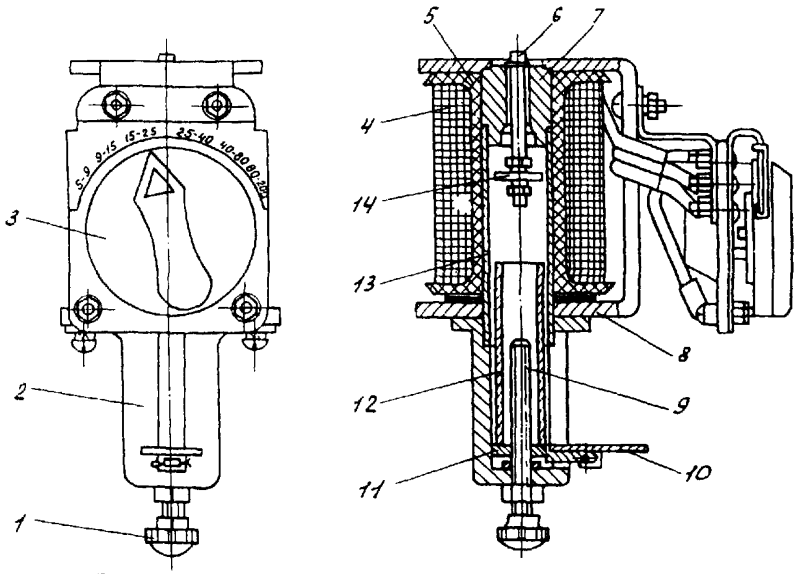


Рис.III.3. Реле РТМ к приводам выключателей ВМП-10П, ВМПП-10, ВММ-10 Ровенского завода высоковольтной аппаратуры:

I - головка; 2 - стакан; 3 - переключатель отпаек; 4 - обмотка; 5 - каркас; 6 - боек; 7 - контрполюс; 8 - магнитопровод; 9 - регулировочный винт; 10 - указатель срабатывания; 11 - упор; 12 - сердечник; 13 - гильза; 14 - диск

Варианты исполнения по току срабатывания , обмоточные данные, потребление и другие технические данные наиболее распространенных конструкций реле РТМ приведены в табл.III.2-III.4.

При расчете защит важным параметром является сопротивление реле, позволяющее определить нагрузку трансформаторов тока и оценить их погрешность.

Полное сопротивление реле РТМ зависит от ряда факторов: положения сердечника, тока срабатывания, значения тока в обмотке реле. На рис.III.4,*а* приведены эти зависимости для реле РТМ Рижского опытного завода. Для реле РТМ других заводов эти зависимости имеют такой же характер, но численные значения могут несколько отличаться (рис.III.5,*а*).

При определении погрешности трансформаторов тока необходимо рассматривать работу реле РТМ в двух режимах:

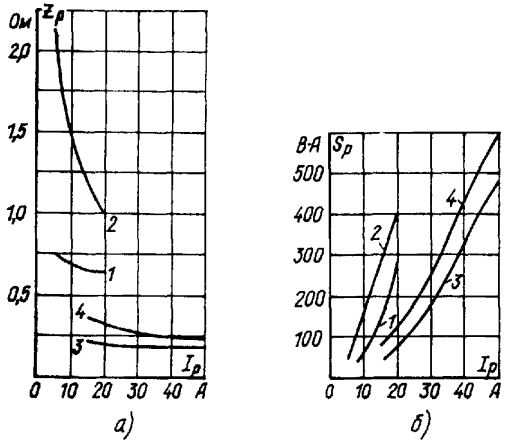


Рис.III.4. Характеристики реле РТМ Рижского опытного завода "Энергоавтоматика":

а – зависимость $Z_p = f(I_p)$; *б* – зависимость $S_p = f(I_p)$;

1 – отпайка 5 А, сердечник отпущен; 2 – отпайка 5 А, сердечник подтянут; 3 – отпайка 15 А, сердечник отпущен; 4 – отпайка 15 А, сердечник подтянут

а) при минимальной уставке по току срабатывания и подтянутом сердечнике. Как видно из характеристик (рис.III.4,*а*; III.5,*а*) сопротивление реле имеет в этом режиме максимальное значение;

б) при максимальном токе короткого замыкания. Этот режим может быть определяющим вследствие большой кратности тока короткого замыкания, хотя сопротивление реле с увеличением тока уменьшается.

Если погрешность трансформаторов тока при минимальной уставке превысит допустимые 10%, следует произвести расчет для действительной уставки тока срабатывания, когда сопротивление реле имеет меньшее значение и условия работы трансформаторов тока благоприятнее.

Когда реле РТМ работают в схеме дешунтирования в качестве электромагнитов отключения, трансформаторы тока могут работать с погрешностью более 10%, они проверяются по максимуму отдаваемой мощности. В этом случае следует пользоваться характеристиками $S_p = f(I_p)$, аналогичными приведенным на рис.III.4,*б* и III.5,*б* для реле РТМ Рижского и Ровенского заводов.

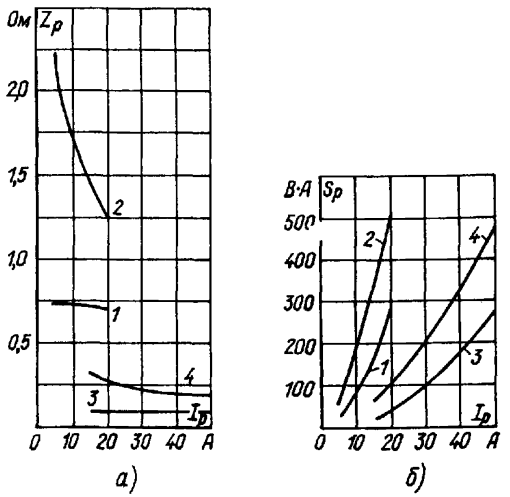


Рис.III.5. Характеристики реле РТМ Ровенского завода высоковольтной аппаратуры:
$а$ – зависимость $Z_p = f(I_p)$; $б$ – зависимость $S_p = f(I_p)$;
I – отпайка 5-9 А, сердечник отпущен; 2 – отпайка 5-9 А, сердечник подтянут; 3 – отпайка I5-25 А, сердечник отпущен; 4 – отпайка I5-25 А, сердечник подтянут

Для согласования защит трансформаторов, выполненных с реле РТМ, с защитами питающих линий необходимо иметь данные о времени срабатывания реле РТМ.

На рис.III.6 приведена зависимость времени срабатывания реле РТМ Ровенского завода от кратности тока в его обмотке к току срабатывания.

Из характеристики видно, что время работы реле при малых кратностях тока достигает значительного значения. Для того, чтобы реле работало с действительно малым временем (порядка 0,02 с), кратность тока короткого замыкания должна быть не менее 2-3.

С другой стороны, при кратности тока короткого замыкания, достаточной для "мгновенного" действия реле РТМ, они неселективны с предохранителями и не отстроены от действия разрядников. В связи с этим выполнение токовых отсечек с реле РТМ на линиях 6-I0 кВ в

распределительных сетях с предохранителями или разрядниками допустимо только при наличии АПВ.

Значительное время срабатывания реле РТМ при малой кратности тока показывает, что отключение в этом случае происходит за счет статического усилия сердечника. Этим определяется основное требование при совместной регулировке привода и реле РТМ: статическое усилие, необходимое для отключения привода, должно быть меньше статического усилия, развиваемого сердечником реле.

На рис.III.7 (кривая) приведена зависимость статического усилия P, развиваемого реле РТМ с тяжелым сердечником, от расстояния между контрполюсом и сердечником.

Значения статического усилия, необходимые для поворота отключающей планки приводов разных типов, приведены в табл. III.I.

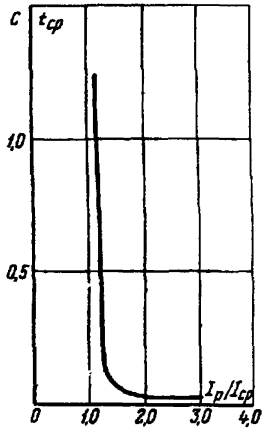


Рис.III.6. Характеристика

$$t_{ср} = f\left(\frac{I_р}{I_{ср}}\right)$$

реле РТМ Ровенского завода высоковольтной аппаратуры

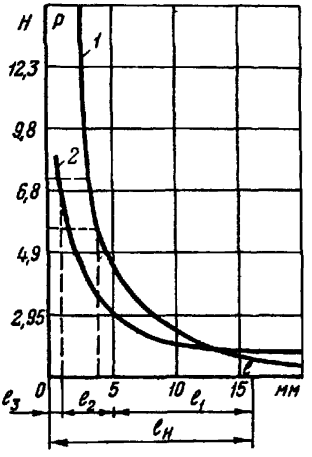


Рис.III.7. Зависимость статического усилия сердечника от расстояния между сердечником и контрполюсом $\left(P = f(\ell)\right)$:
I - для реле РТМ с тяжелым сердечником; 2 - для реле РТМ Ровенского завода высоковольтной аппаратуры

Таблица Ш.I

Статическое усилие, необходимое для поворота отключающей планки, Н

Тип привода	Усилие в	
	релейном гнезде*	гнезде дистанционного отключения**
ПП-61	4,9	-
ПГ-IO, ППМ-IO	II,8	I9,6
ШМ-IO	5,9-7,8	I2,7
ВПМ-IOП	8,8	-

*Место установки реле прямого действия в приводе.

**Место установки электромагнита дистанционного отключения в приводе.

Из характеристики (рис.Ш.7, кривая I) видно, что для отключения привода ППМ-IO, требующего статического усилия 6,9±0,98 Н, сердечник должен приблизиться к контрполюсу до расстояния порядка 3-4 мм при начальном расстоянии I6 мм.

При правильной регулировке около IO мм (l_1) боек проходит до прикосновения к отключающей планке, около 4 мм (l_2) движется совместно с отключающей планкой и для свободного хода после отключения остается I-2 мм (l_3). Требуемое для отключения усилие 6,9±0,98 Н сердечник развивает, пройдя совместно с планкой I-I,5 мм.

Еще более жесткие требования предъявляются к реле РТМ с легким сердечником, что видно из характеристики для реле РТМ Ровенского завода (рис.Ш.7, кривая 2).

3. Токовые электромагниты отключения

Конструкция токовых электромагнитов отключения и реле РТМ для соответствующих приводов аналогичны. Отличие состоит только в том, что катушки электромагнитов выполняются без отпаек и рассчитаны на определенный ток срабатывания.

В приводах ПРБА и ППК-63 применялись токовые электромагниты отключения, предназначенные для работы от быстронасыщающихся транс-

Таблица III.2

Технические данные реле РТМ привода ПЭМ-10
Ленинградского завода "Электроаппарат"

Вариант исполнения по току срабатывания, А	Уставка тока срабатывания, А	Потребляемая мощность при токе срабатывания, В·А		Сопротивление при токе срабатывания, Ом		Обмоточные данные			Примечания
		Сердечник отпущен	Сердечник подтянут	Сердечник отпущен	Сердечник подтянут	Число витков	Марка провода	Диаметр провода, мм	
5-15	5	18	50	0,72	2	230	ПБД	1,81	Отклонения значений тока срабатывания, потребляемой мощности и сопротивления - ±10% от указанных.
	10	50	160	0,5	1,6				
	15	105	300	0,47	1,33				
10-30	10	20	75	0,2	0,75	115			
	20	50	200	0,13	0,5				
	30	120	360	0,13	0,4				
20-60	20	22	72	0,06	0,18	55			
	40	84	216	0,06	0,14				
	60	210	400	0,06	0,11				
40-120	40	44	88	0,03	0,06	25			
	80	200	320	0,03	0,06				
	120	552	760	0,03	0,06				

Таблица Ш.3

Технические данные реле РТМ приводов Ш-6I и Ш-67
Рижского опытного завода "Энергоавтоматика"
и Ш-6I, Ш-67К Курганского электромеханического завода

Вариант исполнения реле	Номинальный воздушный зазор, мм	Уставка тока срабатывания по отпайкам, А	Пределы регулирования тока срабатывания воздушным зазором		Потребляемая мощность при токе срабатывания, В·А		Сопротивление при токе срабатывания, Ом		Обмоточные данные		
			Зазор, мм	Ток срабатывания, А	Сердечник отпущен	Сердечник подтянут	Сердечник отпущен	Сердечник подтянут	Число витков	Марка провода	Диаметр провода, мм
РТМ-I	36	5	34-47	4,8-I,4	I6	58	0,64	2,32	257	ПЭЛБО	I,56
		7,5		7,2-I0,8	20	67	0,36	I,I9	I84		
		I0		9,6-I5,5	28	90	0,28	0,9	I55		
		I5		I4,6-22,0	26	73	0,I2	0,32	92		
РТМ-II	36	I0	34-47	9,2-I4,4	23	7I	0,23	0,7I	I50	ПЭЛБО	I,8I
		I5		I4,2-20,5	20	62	0,089	0,275	I05		
		20		I8,4-30,5	28	79	0,07	0,I97	75		
		25		23,0-4I,0	40	I00	0,064	0,I6	68		
РТМ-Ш	40	30	34-47	25,0-38,0	66	220	0,073	0,245	76	ПЭЛБО	I,8I
		40		33,0-58,0	I08	3I0	0,068	0,I93	69		
		50		43,0-67,0	I43	345	0,057	0,I38	57		
		60		54,0-8I,0	I04	200	0,029	0,056	30		

Окончание таблицы III.3

Вариант исполнения реле	Номинальный воздушный зазор, мм	Уставка тока срабатывания по отпайкам, А	Пределы регулирования тока срабатывания воздушным зазором		Потребляемая мощность при токе срабатывания, В·А		Сопротивление при токе срабатывания, Ом		Обмоточные данные		
			Зазор, мм	Ток срабатывания, А	Сердечник отпущен	Сердечник подтянут	Сердечник отпущен	Сердечник подтянут	Число витков	Марка провода	Диаметр провода, мм
РТМ-IУ	52	75	44-57	54,0-I08,0	2I0	570	0,0375	0,I	57	ПБД	2,44
		I00		68,0-I50,0	365	800	0,0365	0,08	5I		
		I25		94,0-200,0	420	800	0,027	0,05	36		
		I50		I04,0-260,0	330	570	0,0I5	0,024	20		
ТЭО-I	36	I,5	34-47	I,4-2,I	20	-	-	-	900	ПЭЛБО	0,9
ТЭО-П	36	3	34-47	2,9-4,5	20	-	-	-	450		I,08

Примечания: I. Токовый электромагнит отключения встраивается в приводы ПП-67, ПП-67К.-2. Отклонения тока срабатывания реле РТМ относительно тока уставки находится в пределах ± I0%, разброс тока срабатывания не более ±4%.

Таблица П1.4

Технические данные реле РТМ приводов выключателей ВМП-10П, ВМПП-10, ВММ-10 Ровенского завода высоковольтной аппаратуры и привода ППВ-1С Благовещенского электроаппаратного завода

Реле или электромагнит	Номер секции катушки	Пределы регулирования тока срабатывания воздушным зазором		Потребляемая мощность при токе срабатывания, В·А		Сопротивление при токе срабатывания, Ом		Обмоточные данные		
		Ток срабатывания, А	Зазор, мм	Сердечник отпущен	Сердечник подтянут	Сердечник отпущен	Сердечник подтянут	Число витков	Марка провода	Диаметр провода, мм
РТМ	1	5-9	30-46	19,75-52,0	67,0-170,0	0,79-0,64	2,68-2,1	250	ПБД	1,81
	2	9-15	30-42	20,7-48,0	67,5-151,5	0,256-0,21	0,83-0,67	140		
	3	15-25	28-42	25,5-65,0	72,0-166,0	0,113-0,104	0,32-0,27	84		
	4	25-40	30-45	33,0-80,0	77,5-176,0	0,053-0,05	0,124-0,11	50		
	5	40-80	30-42	47,0-208	92,0-320,0	0,029-0,032	0,058-0,05	30		
	6	80-200	18-31	133,0-800	188,0-1080	0,021-0,02	0,03-0,027	17		
30тт1	-	1,5	20	35	-	-	-	950	ПЭВ-2	0,9
30тт2	-	3,0	20	35	-	-	-	450		1,8

Примечание. Отклонения тока срабатывания реле РТМ относительно тока уставки находятся в пределах ±10%, разброс тока срабатывания не более ±4%.

форматоров тока ТКБ и рассчитанные на ток срабатывания 3,5 А. Конструкция этих реле устарела из-за большего потребления, обусловленного применением тяжелого сердечника. Усовершенствованная конструкция токового электромагнита отключения для работы от ТКБ применена в приводе выключателя ВМП-10П. Электромагнит имеет те же обмоточные данные и ток срабатывания, но за счет применения облегченного сердечника потребляемая мощность снижена.

Токовые электромагниты отключения для схем с дешунтированием применяются в приводах ПП-67, ПП-67К, ППВ-10 и в приводах выключателей ВМПП-10, ВММ-10.

Все они имеют одинаковые обмоточные данные (см.табл. Ш.3., Ш.4) и выполняются в двух вариантах: на ток срабатывания 1,5 и 3 А.

Приложение 2

РЕЛЕ ТОКА С ОГРАНИЧЕННО-ЗАВИСИМОЙ ВЫДЕРЖКОЙ ВРЕМЕНИ

1. Конструкция реле

Реле тока с зависимой выдержкой времени (РТВ) различных заводов имеют практически одинаковую конструкцию и отличаются только обмоточными и техническими данными.

Конструкция реле РТВ к приводу ПЭМ-10 показана на рис.П2.1. Между полками привода 1 помещается каркас 2 с обмоткой реле 3. Обмотка реле имеет ответвления 18, которые выведены на переключатель 19, позволяющий изменять ток срабатывания без разрыва вторичной цепи трансформатора тока. Выдержка времени реле создается часовым механизмом 20, помещенным в литом корпусе реле 21 из немагнитного сплава. Внутри обмотки реле помещена латунная гильза 9, опирающаяся нижним концом на выточки корпуса реле. В верхней части гильзы укреплен контрполюс 4, который входит в расточку полки привода. В гильзе движется стальной полый сердечник 7. Внутри сердечника находится пружина 8, которая нижним концом упирается в дно сердечника, а верхним - в кольцо 6, укрепленное на бойке 5. Боек промежуточным звеном 17, соединяется с рычагом 13, укрепленным винтом 11 на главном валу 12 часового механизма. Соединение бойка, промежуточного звена и рычага выполнено шарнирным на винтах 10 и 16.

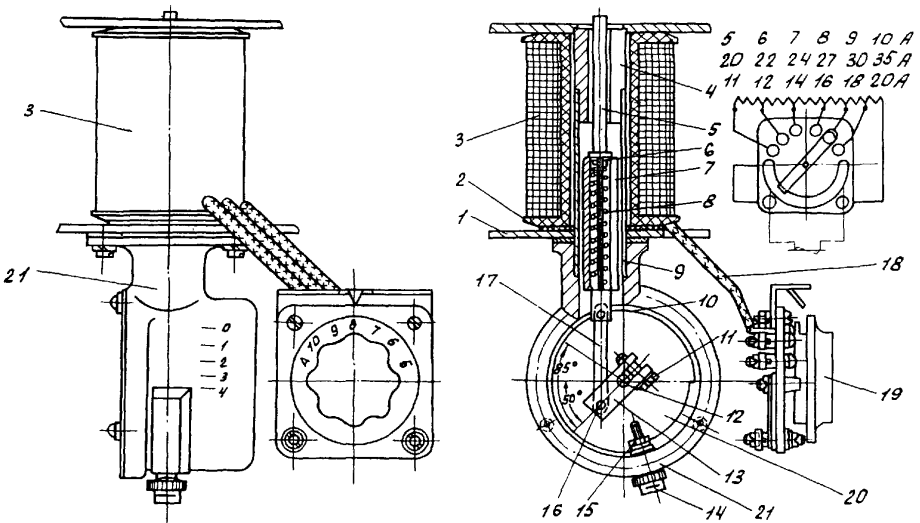


Рис.П2.I. Реле РТВ к приводу ППМ-I0 ленинградского завода "Электроаппарат"

Для изменения выдержки времени служит поводок I4, закрепленный в корпусе реле гайкой I5.

Кинематическая схема часового механизма приведена на рис.П2.2.

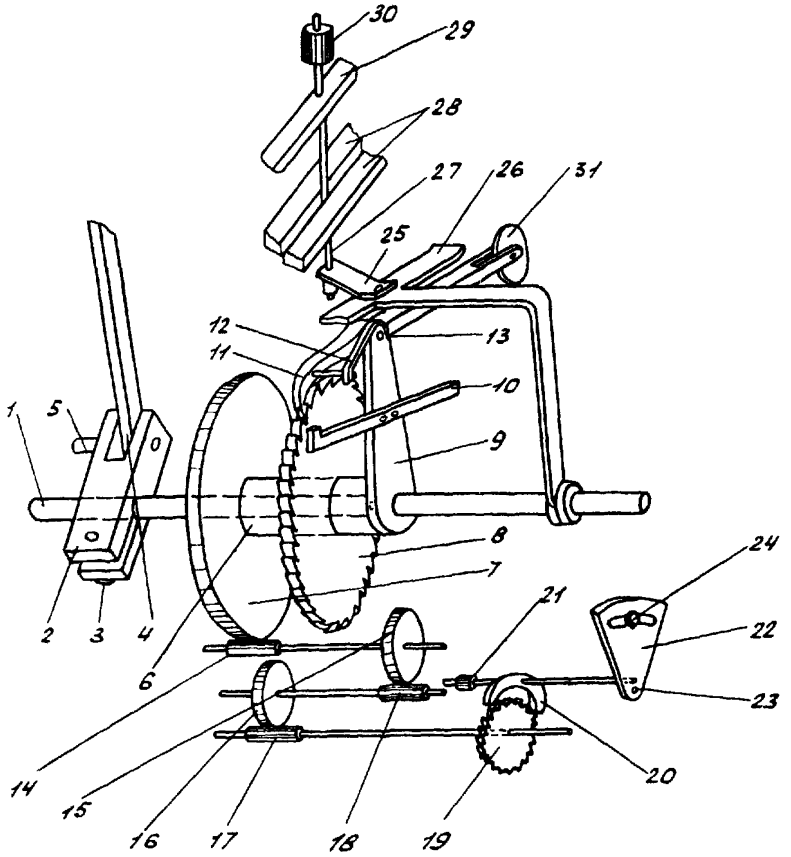


Рис.П2.2. Кинематическая схема часового механизма реле РТВ

Рычаг 2 крепится винтом 3 на главном валу I часового механизма. На валу свободно вращается втулка 6, на которой укреплены храповое колесо 8 и первая ведущая шестерня 7. Рычаг 9 укреплен на

валу I неподвижно. На рычаге 9 установлен упор I0. В крайних положениях механизма он упирается в стойки, на которых собраны основания часового механизма (на рис.П2.2 не указаны), и ограничивает угол поворота вала. На этом же рычаге установлена собачка II, которая свободно вращается на своей оси I3, и пружина I2, прижимающая ее к зубцам храпового колеса.

При работе реле промежуточное звено 4 на оси 5 через рычаг 2 поворачивает вал I, а вместе с ним и рычаг 9 по часовой стрелке (если смотреть со стороны рычага 2). Собачка захватывает храповое колесо и поворачивает его и шестерню 7. Через шестерни I4, I5, I6, I7, I8 движение передается анкерному колесу I9. В зубцы анкерного колеса входят зубцы анкера 20. Для увеличения массы анкера служит маховик 2I. Ось анкера одним концом установлена в секторе 22, который может поворачиваться на своей оси 23 для регулировки зацепления анкера с анкерным колесом. Сектор фиксируется винтом 24.

На другом конце собачки установлен ролик 3I. При вращении рычага 9 ролик приближается к планке 26, подкатывается под нее и опускает конец собачки. Собачка поворачивается на оси, расцепляется с храповым колесом и освобождает вал часового механизма. Боек больше не удерживается часовым механизмом и может действовать на отключающую планку привода. Планка 26 укреплена на валу часового механизма и может вращаться вокруг него. К планке прикреплен поводок 25, на котором установлен винт 27, проходящий через прорезь в корпусе реле 28 и шкалу 29. Перемещением винта 27 в прорези корпуса изменяется положение планки 26 относительно начального положения ролика 3I,а следовательно, и момент расцепления храпового колеса с собачкой.

Таким образом, изменяется выдержка времени реле. В установленном положении винт 27 крепится гайкой 30.

Реле работает следующим образом. При увеличении тока в обмотке реле сердечник притягивается к контрполюсу. Если кратность тока в обмотке реле достаточно велика, то сердечник мгновенно притягивается к контрполюсу и сжимает свою пружину. Пружина давит на боек реле, который через промежуточное звено поворачивает вал часового механизма. Усилие, прикладываемое к часовому механизму, в этом случае постоянно, не зависит от тока в обмотке реле и определяется только упругостью пружины. При постоянном тяговом усилии скорость

вращения шестерен часового механизма постоянна и реле работает в независимой от тока части характеристики.

По истечении установленной выдержки времени часовой механизм расцепляется с валом, пружина толкает освобожденный боек и отключает выключатель.

Если кратность тока в обмотке реле невелика, то усилие, создаваемое сердечником, недостаточно для сжатия пружины. Пружина в этом режиме работает как жесткая связь между сердечником реле, бойком и часовым механизмом. Скорость вращения шестерен часового механизма и создаваемая им выдержка времени в этом случае определяется тяговым усилием сердечника, которое примерно пропорционально квадрату тока в обмотке реле.

В этом режиме реле работает в зависимой от тока части характеристики.

При работе реле в независимой части характеристики отключение выключателя производится пружиной реле, при работе же в зависимой части - сердечником реле, как у реле РТМ.

Реле РТВ к приводам ПП-61 и ПП-67 конструктивно отличаются от описанного выше отсутствием переключателя отпаек и наличием механического указателя срабатывания. Отпайки обмотки выведены на зажимы привода. Изменение тока срабатывания реле производится переключением жил кабеля на зажимах привода.

Конструкция механического указателя срабатывания показана на рис.П2.3 (вид изнутри корпуса часового механизма).

В крышке часового механизма I установлена ось 2, на которой укреплены диск 3 с вырезом и указатель 4 с флажком 5.

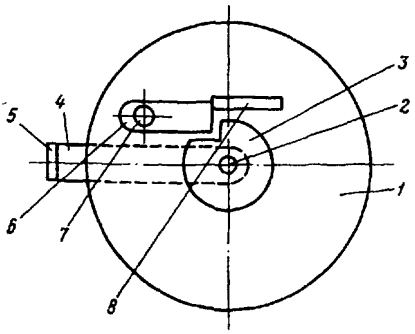


Рис.П2.3. Указатель срабатывания реле РТВ

Указатель заводится вручную и устанавливается в положение, показанное на рис.П2.3. В этом положении он удерживается защелкой 6, вращающейся на оси 7. При срабатывании реле винт I6 (см.рис.П2.I) захватывает полку 8 защелки (рис.П2.3) и приподнимает ее. Диск 3 освобождается, и указатель под собственной массой поворачивается на 90° вниз, сигнализируя о срабатывании реле.

Реле РТВ к приводам ВМП-IОП, ВМШ-IО, ВММ-IО, ПШВ-IО отличаются большим числом ступеней регулирования тока срабатывания. Реле снабжено возвратной пружиной, отталкивающей боек от контрполюса и облегчающей возврат реле в исходное положение.

Реле имеет переключатель отпаек и механический указатель срабатывания.

2. Характеристики реле РТВ

Основными параметрами реле РТВ, определяющими область применения, особенности расчета уставок и условия регулировки реле и приводов, являются:

а) варианты исполнения по току срабатывания;

б) зависимость времени срабатывания реле от тока;

в) зависимость сопротивления реле от тока срабатывания, положения сердечника и тока в обмотке реле;

г) коэффициент возврата;

д) тяговая характеристика пружины и зависимость тягового усилия сердечника от расстояния между сердечником и контрполюсом.

Варианты исполнения по току срабатывания, обмоточные данные, потребление и другие технические данные реле РТВ разных заводов приведены в табл. П2.I-П2.3.

Основной характеристикой реле РТВ при выборе уставок и согласовании с защитами смежных элементов является зависимость времени срабатывания от кратности тока короткого замыкания.

На рис. П2.4-П2.6 приведены эти характеристики для наиболее распространенных типов реле РТВ.

Все реле рассчитаны на изменение уставки по времени в независимой части характеристики в пределах от 0 до 4 с. Гарантируемый заводами разброс выдержки времени в независимой части характеристики реле составляет 0,2-0,3 с. При работе реле в зависимой части

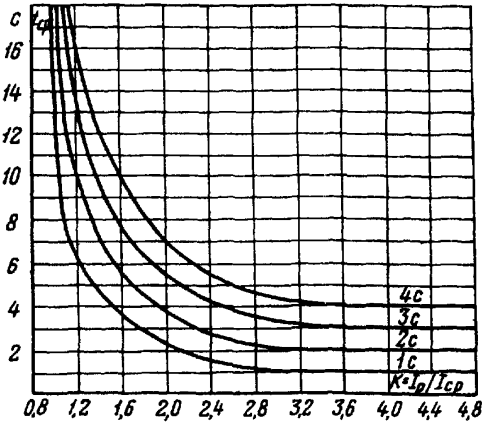


Рис.П2.4. Характеристика $t_{ср}=f\left(\frac{I_р}{I_{ср}}\right)$
реле РТВ ленинградского завода "Электроаппарат"

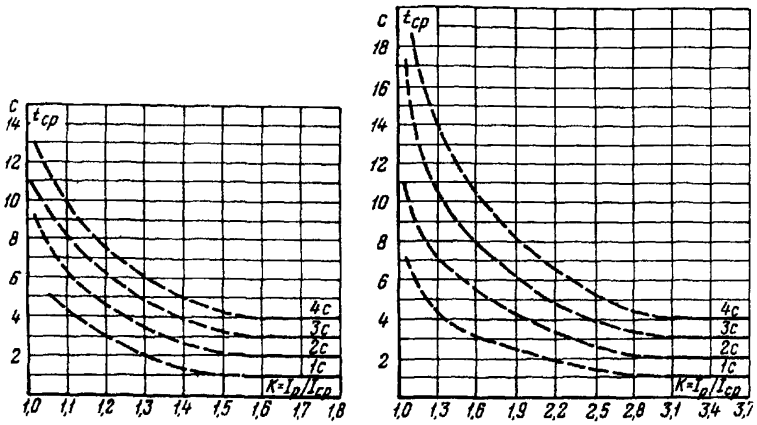
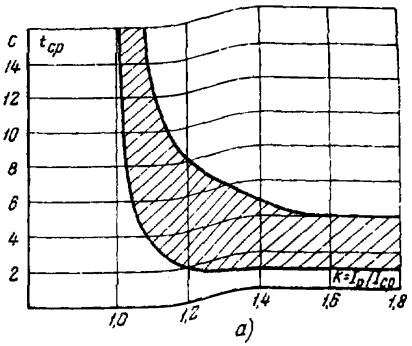


Рис.П2.5. Характеристика $t_{ср}=f\left(\frac{I_р}{I_{ср}}\right)$ реле РТВ Рижского опытного завода "Энергоавтоматика":
а - РТВ-I, РТВ-II, РТВ-III; б - РТВ-IУ, РТВ-У, РТВ-УI



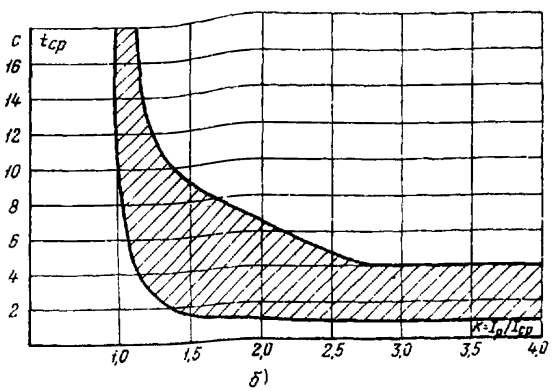


Рис.П2.6. Характеристика $t_{ср}=f\left(\frac{I_р}{I_{ср}}\right)$ реле РТВ Ровенского завода высоковольтной аппаратуры:
а - РТВ-I, РТВ-II, РТВ-III; *б* - РТВ-IУ, РТВ-У, РТВ-УI

характеристики этот разброс может доходить до I с, а при токе срабатывания до нескольких секунд.

Селективность защит с реле РТВ обеспечивается согласованием по току срабатывания и по времени: защита, установленная ближе к

источнику питания, должна иметь ток срабатывания в 1,2-1,5 раза больше тока срабатывания защиты, расположенной ближе к месту короткого замыкания, а ступень выдержки времени между ними принимается 0,7 с в независимой части характеристики.

Реле РТВ имеют два варианта исполнения, отличающихся крутизной характеристики $t_{ср}=f\left(\frac{I_р}{I_{ср}}\right)$.

В первом варианте переход на независимую часть характеристики начинается при кратности тока 1,2-1,7 (рис.П2.5,*а*; П2.6,*а*), во втором - при кратности 2,5-3,5 (рис.П2.5,*б*; П2.6,*б*). Изменение крутизны характеристики достигается применением пружин различной жесткости: в первом случае пружина менее жесткая, чем во втором.

Для согласования с предохранителями следует применять реле РТВ с пологой характеристикой, а для согласования с защитой головного участка с независимой выдержкой времени - реле РТВ с крутой характеристикой.

При расчете трансформаторов тока, питающих реле РТВ, необходимо знать зависимость полного сопротивления реле от тока при разных положениях сердечника и разных уставках тока срабатывания. В качестве примера на рис.П2.7 приведены такие характеристики для реле РТВ Ленинградского завода "Электроаппарат" и Рижского опытного завода "Энергоавтоматика".

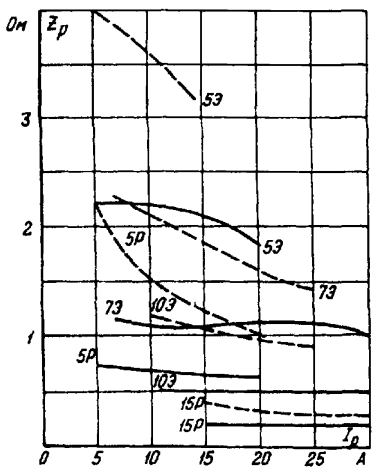


Рис.П2.7. Зависимость сопротивления реле РТВ от тока в его обмотке:

- - - - при подтянутом сердечнике; ——— при отпущенном сердечнике. Цифры указывают ток срабатывания, Р - реле привода ПП-61, Э - реле привода ППМ-10

Для реле, выпускаемых другими заводами отечественной промышленности, сопротивления несколько отличаются от приведенных, но характер их изменения такой же.

Расчетная проверка трансформаторов тока для защиты с реле РТВ выполняется так же, как для реле РТМ, но за максимальное значение тока принимается ток перехода на независимую часть характеристики реле.

При последовательном включении на один и тот же трансформатор тока реле РТМ и РТВ расчет трансформаторов тока имеет некоторые особенности.

Если ток срабатывания реле РТМ больше тока перехода реле РТВ на независимую часть характеристики, то сердечники обоих реле втягиваются практически одновременно. В этом случае расчет трансформатора тока следует выполнять по сумме сопротивлений обоих реле при подтянутых сердечниках.

Если при токе срабатывания РТМ реле РТВ работает в зависимой части характеристики, то его сердечник не успевает подтянуться к контрполюсу. В этом случае расчет трансформатора тока выполняется по сумме сопротивлений реле РТМ с подтянутым сердечником и реле РТВ с отпущенным сердечником.

Важным параметром реле РТВ является его коэффициент возврата. Конструкция реле не предусматривает регулировки коэффициента возврата, но значение его не является постоянным и зависит от уставки по времени, от кратности тока в реле и продолжительности его протекания.

Коэффициент возврата реле РТВ минимален после срабатывания (около 0,3), когда сердечник подтянут к контрполюсу, а боек поднят. Это значение коэффициента возврата соответствует отключенному положению выключателя и практического значения не имеет. Поэтому коэффициент возврата определяется до расцепления бойка с часовым механизмом.

Ток возврата реле тем меньше, чем меньше воздушный зазор между контрполюсом и сердечником, следовательно, коэффициент возврата минимален в момент расцепления бойка с часовым механизмом. Этот момент, в свою очередь, зависит от уставки по времени в независимой части характеристики реле и наступает тем позже, чем больше эта уставка.

Коэффициент возврата минимален, при максимальной уставке по времени 4 с.

При работе реле в зависимой части характеристики пружина сердечника не сжимается и реле возвращается только под действием массы сердечника и бойка. Коэффициент возврата в этом случае около 0,6.

Если реле работает в независимой части характеристики, то пружина полностью сжимается и стремится вернуть сердечник в исходное положение. В этом случае коэффициент возврата зависит от уставки реле по времени и продолжительности протекания тока по его обмотке. Эта зависимость определяется тяговой характеристикой пружины (рис.П2.8).

Чем меньше уставка реле по времени и чем меньше время протекания тока по обмотке реле, тем меньше успевает разжаться пружина, тем с большей силой она отталкивает сердечник от контрполоса и, следовательно, тем выше коэффициент возврата. Поэтому в эксплуатации коэффициент возврата этих реле следует определять для момента времени, соответствующего отключению тока короткого замыкания "нижестоящей"защитой. Если эта защита мгновенная, то коэффициент возврата достигает 0,85-0,9.

Коэффициент возврата в независимой части характеристики реле минимален, при максимальной уставке по времени, равной 4 с, в момент расцепления бойка с часовым механизмом. В этом случае он составляет около 0,7.

Для правильной совместной регулировки реле и привода также следует рассматривать два режима работы реле.

При работе реле в независимой части характеристики отключение привода производится пружиной. Поэтому важно знать статическую характеристику пружины.

В качестве примера на рис.П2.8 приведена характеристика пружины реле РТВ завода "Электроаппарат" в виде $P=f(h)$, где P - усилие, создаваемое пружиной, а h - путь, проходимый бойком реле.

Там же показаны различные моменты работы пружины при правильной совместной регулировке реле и привода. На участке хода от нуля до точки a пружина ведет часовой механизм реле. При максимальной уставке по времени 4 с расцепление бойка с часовым механизмом происходит в точке a , когда боек пройдет 10 мм. От a до $б$ - сво-

бодный ход бойка, в точке *б* боек касается отключающей планки привода. От *б* до *в* поворачивается отключающая планка, в точке *в* происходит отключение. Расстояние от *в* до *г* - свободный ход бойка после отключения. На рис. П2.8 показано статическое усилие $P_{откл.}$, необходимое для отключения привода ПМ-10, равное 6,8 ±0,98 Н.

Из характеристики видно, что при работе реле в независимой части характеристики отключение должно происходить в начале хода бойка, когда усилие пружины максимальное.

При работе реле в зависимой части характеристики отключение привода происходит за счет тягового усилия сердечника. Кривая зависимости этого тягового усилия от расстояния между сердечником и контрполюсом показана на рис.П2.9. Из характеристики видно, что отключение в этом случае должно происходить как можно позднее, в конце хода бойка, так как тяговое усилие сердечника увеличивается с уменьшением расстояния между сердечником и контрполюсом.

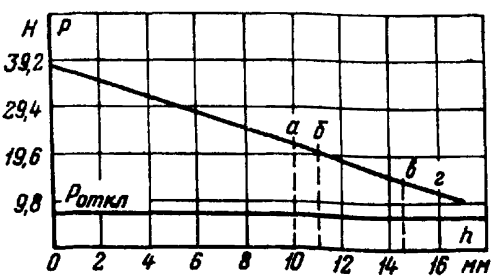


Рис.П2.8 Тяговая характеристика пружины реле РТВ ленинградского завода "Электроаппарат" ($P=f(h)$)

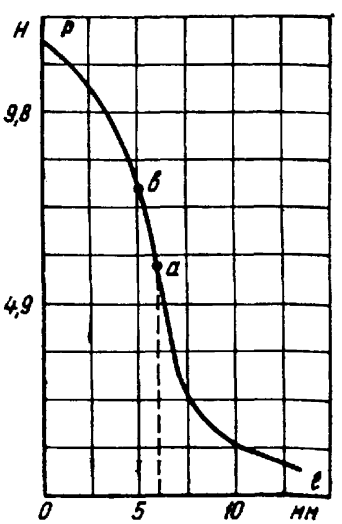


Рис.П2.9 Зависимость тягового усилия сердечника реле РТВ от расстояния между сердечником и контрполюсом ($P=f(\ell)$)

Учитывая указанные особенности работы реле в зависимой и независимой частях характеристики, при совместной регулировке привода и реле необходимо выбирать среднее значение хода бойка в момент отключения, удовлетворяющее обоим требованиям.

Усилие сердечника реле, а также усилие пружины при работе реле в независимой части характеристики недостаточны для одновременного ведения часового механизма и отключающего механизма привода. Поэтому при совместной регулировке реле и привода должно выполняться правило: часовой механизм всегда должен расцепляться раньше, чем боек коснется отключающей планки.

3. Указания по проверке механической части реле РТВ

Проверка механической части реле РТВ выполняется в следующем объеме.

I. Проверяется возврат в исходное положение сердечника реле и рычажной передачи от него к валу часового механизма. Точность возврата влияет непосредственно на выдержку времени реле и достигается:

а) сведением до минимума величины люфтов в шарнирных соединениях I0, I6 (см.рис.П2.I), которые при длительной работе реле увеличиваются из-за разработки отверстий в промежуточном звене I7 и уменьшения диаметра винтов I0 и I6;

б) ослаблением нажатия пружины I2 (см.рис.П2.2), прижимающей собачку II к храповому колесу 8 и препятствующей при чрезмерном нажатии полному возврату реле; при этом необходимо учитывать, что чрезмерное ослабление пружины может привести к соскакиванию собачки с зубьев храпового колеса.

2. Проверяется исправность часового механизма. Проверка производится осмотром и прослушиванием при медленном проворачивании оси часового механизма вручную с помощью рычага 2 или звена 4 (см. рис.П2.2) при прямом и обратном ходе. Часовой механизм должен работать равномерно, без проскоков и заеданий. Для того, чтобы проверить все зубья храпового колеса при максимальной уставке по времени, рычаг 2 нужно повернуть не менее шести раз. При меньшей уставке по времени число поворотов рычага увеличивается.

3. Проверяется установка рычага на оси часового механизма.

Важным условием правильной работы реле является установка начального угла между рычагом I3 и горизонтальной осью часового механизма (см.рис.П2.I). По данным заводов, этот угол должен составлять:

для РТВ завода "Электроаппарат" - 50°;
для РТВ Рижского опытного завода "Энергоавтоматика" - $48\pm1^{\circ}$;
для РТВ Ровенского завода высоковольтной аппаратуры - 55°.

Расцепление часового механизма происходит при повороте рычага примерно на 60° (при максимальной уставке выдержки времени). Полный угол поворота рычага составляет 85°.

У реле РТВ Ровенского завода высоковольтной аппаратуры этот угол не ограничивается ходом бойка, а определяется упорами часового механизма и составляет около 120°. Проверяется затяжка рычага I3 винтом II (см.рис.П2.I). В реле старых выпусков для крепления рычага на валу часового механизма применялись винты диаметром 4 и 5 мм. Усилие, создаваемое затяжкой этих винтов, недостаточно и рычаг может проворачиваться на валу часового механизма.

Для устранения указанного недостатка отверстие в рычаге рассверливается и устанавливается винт диаметром 6 мм, как это выполнено в реле более позднего выпуска. С этой же целью рычаг может быть засверлен вместе с осью часового механизма и установлена стальная заклепка диаметром I-2 мм.

Во всех случаях под винт II должна быть установлена пружинная шайба.

4. Проверяется крепление часового механизма к корпусу реле.

Головки винтов, крепящих часовой механизм к корпусу реле, после затяжки должны быть закернены во избежание их самоотвинчивания при вибрации.

5. Проверяется наличие пружинных шайб на всех винтовых соединениях.

6. Проверяется подвижность деталей механического указателя срабатывания, отсутствие затирания, удерживание в поднятом состоянии.

Таблица П2.I

Технические данные реле РТВ Ленинградского завода "Электроаппарат"

Исполнение реле по току срабатывания, А	Уставка тока срабатывания, А	Потребляемая мощность при токе срабатывания, В·А		Сопротивление реле при токе срабатывания, Ом		Обмоточные данные		
		Сердечник отпущен	Сердечник подтянут	Сердечник отпущен	Сердечник подтянут	Число витков	Марка провода	Диаметр провода, мм
5-I0	5	54,5	97,0	2,I8	3,88	300	ПБД	I,8I
	6	54,4	95,8	I,5I	2,66	250		
	7	54,9	I02,9	I,I2	2,I	2I5		
	8	56,3	I03,0	0,88	I,6I	I88		
	9	55,I	I23,I	0,68	I,52	I67		
	I0	54,0	I07,0	0,54	I,07	I50		
II-20	II	60,5	II6,2	0,5	0,96	I30	ПБД	2,26
	I2	64,8	I29,6	0,45	0,9	I24		
	I4	64,7	I27,4	0,33	0,65	I04		
	I6	58,9	II7,8	0,23	0,46	85		
	I8	6I,6	II3,4	0,I9	0,35	73		
	20	68,0	I32,0	0,I7	0,33	69		
20-35	20	68,0	I32,0	0,I7	0,33	70	ПБД	2,26
	22	77,4	I40,4	0,I6	0,29	63		
	24	86,4	I55,5	0,I5	0,27	59		
	27	I02,0	I82,3	0,I4	0,25	55		
	30	II7,0	I98,0	0,I3	0,22	5I		
	35	I53,I	232,8	0,I25	0,I9	45		

Примечания: I. Уставка выдержки времени в независимой части 0-4 с.-2. Разброс по времени в независимой части ±0,2 с.-3.Точность по току срабатывания ±I0% уставки по шкале.

Таблица П2.2

Технические данные реле РТВ приводов ПП-6I и ПП-67
Рижского опытного завода "Энергоавтоматика" и привода ПП-6IК
Курганского электромеханического завода

Вариант исполнения реле	Уставка тока срабатывания при регулировании ответвлениями, А	Потребляемая мощность при токе срабатывания, В·А		Сопротивление при токе срабатывания, Ом		Обмоточные данные		
		Сердечник отпущен	Сердечник подтянут	Сердечник отпущен	Сердечник подтянут	Число витков	Марка провода	Диаметр провода, мм
РТВ-I РТВ-IУ	5	40	II2	I,6	4,45	307	ПЭЛБО	I,8I
	6	36	IOI	I,0	2,8	258		
	7,5	4I	II8	0,73	2,I	2I8		
	I0	40	II3	0,4	I,I3	I56		
РТВ-II РТВ-У	I0	40	II4	0,4	I,I4	I5I	ПБД	2,44
	I2,5	40	II4	0,26	0,73	I20		
	I5	44	I25	0,2	0,555	I06		
	I7,5	45	I25	0,I5	0,4I	92		
РТВ-III РТВ-УI	20	37	I07	0,092	0,268	69	ПБД	2,44
	25	4I	II6	0,066	0,I86	59		

Вариант исполнения реле	Уставка тока срабатывания при регулировании ответвлениями, А	Потребляемая мощность при токе срабатывания, В·А		Сопротивление при токе срабатывания, Ом		Обмоточные данные		
		Сердечник отпущен	Сердечник подтянут	Сердечник отпущен	Сердечник подтянут	Число витков	Марка провода	Диаметр провода, мм
РТВ-Ш	30	44	I26	0,049	0,I4	52	ПБД	2,44
РТВ-УI	35	52	I42	0,043	0,II6	48		

Примечания: I. Независимая часть характеристики у реле РТВ разных исполнений начинается при кратности тока реле к току срабатывания, равной I,2-I,7 и 2,5-3,5 у реле РТВ-I, РТВ-II, РТВ-Ш и РТВ-IУ, РТВ-У, РТВ-УI соответственно. Выдержка времени в независимой части характеристики регулируется плавно от 0 до 4 с, разброс по времени в независимой части характеристики составляет ± 0,3 с для Ш-6I и ±0,2 с для Ш-67.
-2. Отклонения тока срабатывания относительно тока уставки по шкале ± I0%, разброс тока срабатывания 4%. Коэффициент возврата реле при работе в зависимой части характеристики - 0,6; в независимой части 0,75-0,8 и 0,95-0,98 для реле РТВ-I, РТВ-II, РТВ-Ш и РТВ-IУ, РТВ-У, РТВ-УI соответственно.

Таблица П2.3

Технические данные реле РТВ приводов выключателей ВМП-I0П, ВМПП-I0, ВММ-I0 Ровенского завода высоковольтной аппаратуры и привода ППВ-I0 Благовещенского электроаппаратного завода

Вариант исполнения реле	Уставка тока срабатывания, А	Потребляемая мощность при токе срабатывания, В·А		Сопротивление при токе срабатывания, Ом		Обмоточные данные		
		Сердечник отпущен	Сердечник подтянут	Сердечник отпущен	Сердечник подтянут	Число витков	Марка провода	Диаметр провода, мм
РТВ-I	5	35,0	80	I,4	3,2	290	ПБД	I,8I
РТВ-УI	6	40,0	84	I,I	2,3	235		
РТВ-I	7	45,6	95	0,93	I,94	2I0	ПБД	I,8I
РТВ-IУ	8	45,0	92	0,703	I,44	I80		
	9	40,5	99	0,5	I,22	I60		
	I0	46,0	97	0,46	0,97	I45		
	I0	45,0	75,0	0,45	0,75	I40	ПБД	2,26
РТВ-II	I2	49,0	80,4	0,34	0,56	I20		
	I4	53,0	82,5	0,27	0,42	I05		
РТВ-У	I6	5I,0	80,0	0,I99	0,3I3	90		
	I8	49,5	82,9	0,I53	0,256	80		
	20	50,0	8I,0	0,I25	0,203	70		
	20	44	74,5	0,II	0,I86	70	ПБД	2,26
	22	46	80,5	0,095	0,I66	6I		
РТВ-Ш	24	49	85,0	0,085	0,I48	56		
	27	55	88,0	0,075	0,I2I	52		
РТВ-УI	30	60	96,3	0,066	0,I07	48		
	35	70	I09,0	0,057	0,089	42		

Примечания: I. Независимая часть характеристики у реле РТВ разных исполнений начинается при кратности тока в реле к току срабатывания, равной I,2-I,7 и 2,5-3,5 у реле РТВ-I, РТВ-II, РТВ-Ш и РТВ-IУ, РТВ-У, РТВ-УI соответственно. Выдержка времени в независимой части характеристики регулируется плавно от 0 до 4 с; разброс по времени в независимой части характеристики составляет +0,2 с.-2. Отключения тока срабатывания относительно тока уставки по шкале ±I0%; разброс тока срабатывания 4%.

Приложение 3

РЕЛЕ МИНИМАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

I. Конструкции реле

Конструкция реле РНВ к приводу ПМ-I0 завода "Электроаппарат" показана на рис.П3.I. Внутри катушки I помещена гильза с контрполюсом 2. Пружина 3 помещена внутри полого сердечника I6, ход которого изменяется с помощью упора I4.

В литом корпусе реле I0 расположены часовой механизм 5 с поводком II, такой же, как у реле РТВ, система "ломающихся" рычагов 6 и отключающая пружина 9.

Палец I3 сердечника связан промежуточным звеном 7 с рычагом 8, укрепленным на валу часового механизма.

При наличии напряжения на обмотке реле сердечник притягивается к контрполюсу. При включении привода рычажной механизм на валу привода нажимает на головку штока 4, который движется вниз и сжимает отключающую пружину 9 до захвата рычагами 6 упора I7. Пружина остается сжатой.

В случае исчезновения напряжения или снижения его ниже уставки срабатывания сердечник I6 отталкивается от контрполюса пружиной 3.

Под действием пружины и собственной массы сердечник движется вниз и ведет часовой механизм. По истечении выдержки времени рычаг 8 расцепляется с часовым механизмом, сердечник падает и упором I5 поворачивает двуплечий рычаг I2. Правый конец рычага переводит "ломающиеся" рычаги из "мертвого" положения, освобождая отключающую пружину. Пружина толкает вверх шток и отключает выключатель.

Основным преимуществом реле РНВ является наличие выдержки времени, что позволяет отстраивать его от кратковременных снижений напряжения.

Недостатком реле является отсутствие регулировки напряжения срабатывания.

В I964 г. Рижским опытным заводом "Энергоавтоматика" к приводу ПП-6I было разработано реле минимального напряжения РНВ-Л.

Аналогичную конструкцию имеют реле РНВ Ровенского завода высоковольтной аппаратуры к приводам выключателей ВМП-I0П, ВМПП-I0, ВММ-I0 и Благовещенского электроаппаратного завода к приводу ППВ-I0.

Конструкция реле РНВ Ровенского завода показана на рис.П3.2. Особенностью конструкции является наличие регулировочной пружи-

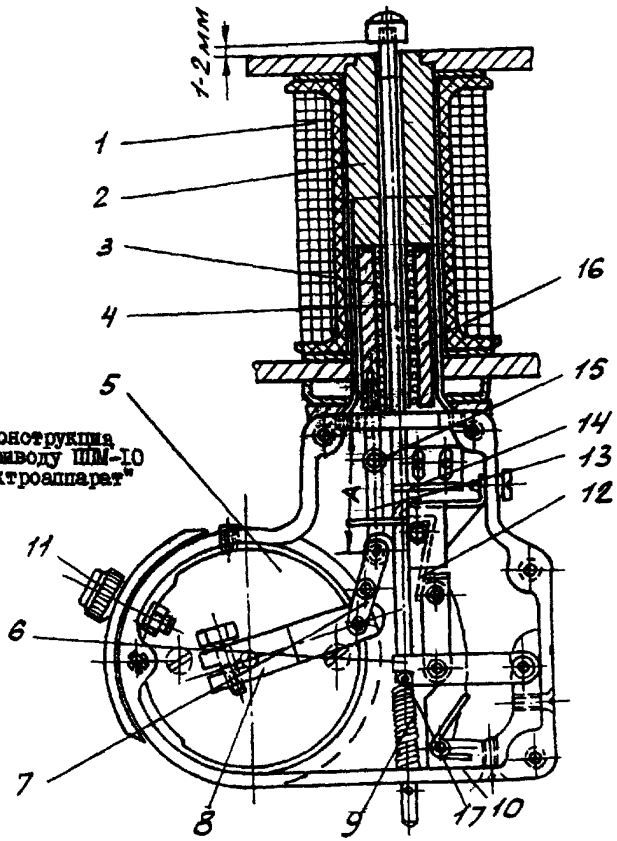


Рис.ПЗ.1. Конструкция реле РНВ к приводу ШМ-10 завода "Электроаппарат"

ни, натяжением которой можно в некоторых пределах изменять напряжение срабатывания реле. Работает реле следующим образом. В рабочем положении, когда обмотка 7 реле находится под напряжением, сердечник 8 подтянут к контрполюсу 5. Шток 6 заперт защелкой 3, в которую упирается укрепленная на штоке планка 2. При исчезновении напряжения или снижении его до напряжения срабатывания сердечник 8 под действием собственной массы и силы регулировочной пружины 9 (натяжение которой можно регулировать винтом I2) начинает опускаться, приводя в действие часовой механизм I через систему рыча-

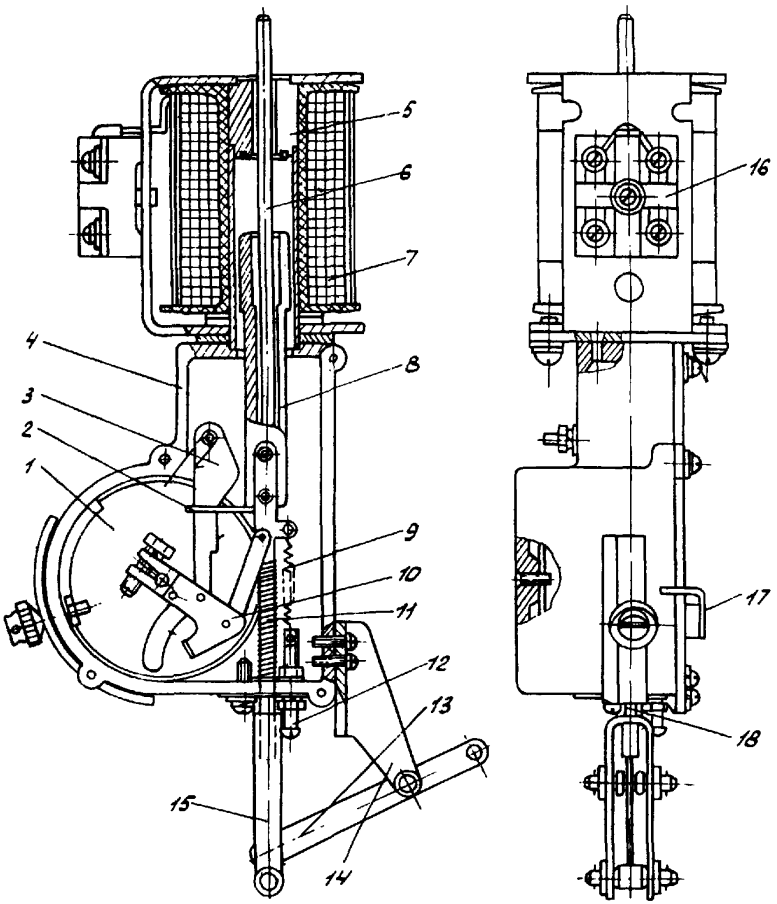


Рис.П3.2. Конструкция реле РНВ Розенского завода высоковольтной аппаратуры

гов IO. По истечении установленной выдержки времени сердечник 8 расцепляется с часовым механизмом и одним из рычагов системы IO ударяет по нижнему концу защелки 3 и, поворачивая ее вокруг своей оси, сбивает планку 2 штока 6.

Освобожденный шток 6 под действием пружины II движется вверх

и, ударяя по релейной планке, отключает выключатель. В процессе отключения выключателя рычаг I3, связанный тягой с валом выключателя автоматически взводит шток 6.

При появлении на обмотке реле достаточного напряжения сердечник притягивается к контрполюсу и освобождает защелку 3.

При включении выключателя рычаг I3 освобождает шток 6, который своей планкой 2 упирается в выступ защелки 3.

Реле готово к операции отключения выключателя.

Рассмотренные реле минимального напряжения имеют часовой механизм такой же, как у реле РТВ с диапазоном регулирования выдержки времени от 0 до 4 с.

Реле РНВ Ровенского завода имеет часовой механизм с диапазоном регулирования выдержки времени от 0 до 9 с. Реле снабжено механическим указателем срабатывания.

Рижский завод взамен реле РНВ-Л выпускает реле РНВЛ-I0. Реле устанавливается в приводе ПП-67 и имеет часовой механизм с диапазоном регулирования выдержки времени от 0 до 9 с.

Потребляемая мощность реле, его масса и технические данные обмотки остались такими же, что у реле РНВ-Л. Реле РНВЛ-I0 имеет меньшие габаритные размеры. Корпус реле открытый, что с одной стороны облегчает доступ к механизму реле, но с другой - усложняет эксплуатацию при загрязненной атмосфере.

Конструкция реле показана на рис.П3.3.

Реле имеет те же составные части, что и рассмотренное выше, и работает по тому же принципу.

Реле снабжено механическим устройством, позволяющим регулировать напряжение подтягивания сердечника после отключения выключателя за счет изменения воздушного зазора между сердечником и контрполюсом.

Это устройство (см.рис.П3.3) состоит из рычага 7, свободно вращающегося на той же оси, что и защелка, и тяги 6, соединяющей рычаг с планкой штока.

Устройство работает следующим образом.

В процессе отключения выключателя специальный механизм, встроенный в привод, автоматически нажимает на шток I0 и опускает его так, что планка 4 оказывается на некотором расстоянии ниже опорной поверхности защелки. При этом тяга 6 тянет рычаг 7 за короткое плечо и поворачивает последний вокруг своей оси.

Длинный конец рычага нажимает на планку I2, жестко связанную с подвижным сердечником, и поднимает сердечник, уменьшая тем самым

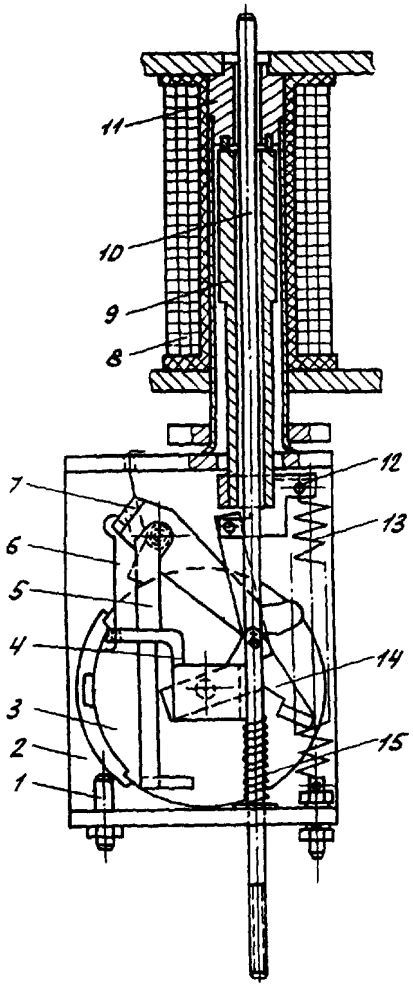


Рис.II3.3. Конструкция реле РНВЛ-I0 Рижского опытного завода "Энергоавтоматика":

I - упор; 2 - корпус; 3 - часовой механизм; 4 планка; 5 - защелка; 6 - тяга; 7 - рычаг; 8 - катушка; 9 - сердечник; I0 - шток; II - контрполюс; I2 - планка; I3 - пружина; I4 - рычаг; I5 - пружина

воздушный зазор между ним и контрполюсом. Ход штока при опускании и, следовательно, воздушный зазор регулируются. При появлении в обмотке реле напряжения соответствующего значения сердечник подтягивается к контрполюсу и привод оказывается готовым к операции включения выключателя.

При включении выключателя тот же специальный механизм, заводящий и удерживающий шток, освобождает его, шток своей планкой упирается в выступ защелки и реле готово к операции отключения выключателя.

Описанное устройство позволяет регулировать напряжение подтягивания реле РНВЛ-I0 в пределах 75-85% номинального. Реле других типов, в том числе и РНВ-Л, допускают безотказное включение только при 85% номинального напряжения.

Следует отметить, что указанное выше напряжение подтягивания сердечника не является напряжением возврата реле, так как оно обеспечивается только после отключения выключателя. При восстановлении напряжения раньше срабатывания реле на отключение напряжение возврата определяется положением сердечника в момент восстановления напряжения. По этой причине в реле более поздних выпусков этот механизм не устанавливается.

У реле РНВЛ-I0 увеличено напряжение четкого срабатывания, оно

составляет 50-45% номинального, тогда как у остальных реле оно лежит в пределах 40-35%, что позволяет выполнить более эффективную защиту. Реле имеет механический указатель срабатывания.

Технические данные реле РНВ разных заводов приведены в табл. П4.1-П4.4.

Для всех реле РНВ заводами-изготовителями точность выдержки времени гарантируется при полном снятии напряжения с обмотки реле. Практически реле имеют устойчивую выдержку времени при снижении напряжения ниже 35-45% номинального. При снижении напряжения до 35-65% номинального выдержка времени реле неопределенна и изменяется в сторону увеличения. Поэтому реле РНВ могут применяться лишь в схемах, контролирующих полное исчезновение напряжения.

2. Указания по проверке механической части реле РНВ

Для всех реле РНВ независимо от их типа проверяется:

а) отсутствие затирания при движении сердечника и штока после сборки реле, а также после установки его в привод;

б) наличие зазора между корпусом часового механизма и всеми движущимися частями (рычагом, защелкой, планками сердечника и штока и т.п.) Зазор должен быть не менее 1 мм;

в) крепление рычага на валу часового механизма;

г) крепление часового механизма к корпусу реле. Головки винтов, крепящих часовой механизм, после затяжки должны быть закернены во избежание их самоотвинчивания при вибрации;

д) наличие пружинных шайб на всех винтовых соединениях;

е) подвижность деталей механического указателя срабатывания, отсутствие затирания, удерживание в поднятом состоянии.

Регулировка механической части реле РНВ, выпускаемых разными заводами, имеет некоторые отличия, определяемые различием их конструкций.

1. Реле РНВ завода "Электроаппарат" требует особенно тщательной регулировки:

а) ход сердечника, обеспечивающий поворот рычага 12 (см. рис. П3.1) должен быть порядка 3-4 мм. Достигается это изгибанием плеч рычага;

б) размер А должен быть около 45 мм. При этом длина тяги 13

регулируется ввертыванием и вывертыванием ее из сердечника так, чтобы промежуточное звено 7 при подтянутом сердечнике не доходило до левого конца рычага I2 на I мм. В этом положении тяга раскернивается;

в) упор I5 устанавливается таким образом, чтобы освобождение пружины 9 системой "ломающихся" рычагов происходило, когда сердечник реле не доходит до своего нижнего положения на I мм;

г) свободный ход сердечника между расцеплением часового механизма и началом перевода "ломающихся" рычагов должен быть не менее 3 мм. Ход сердечника изменяется положением упора I4;

д) начальный угол между рычагом 8 и горизонтальной осью часового механизма составляет II-I8°. Полный угол поворота рычага 8 до расцепления часового механизма при максимальной уставке по времени должен составлять 30-33°;

е) полный ход сердечника в правильно отрегулированном реле должен быть 20-22 мм. Из них 2 мм сердечник проходит до начала движения часового механизма, I0-I2 мм находится в зацеплении с часовым механизмом, 4-6 мм проходит после расцепления с часовым механизмом до начала расцепления "ломающихся" рычагов. Расцепление рычагов происходит на протяжении 2-3 мм хода сердечника, свободный ход сердечника после освобождения отключающей пружины около I-2 мм;

ж) головка штока 4 устанавливается таким образом, чтобы при взведенном штоке между головкой и контрполюсом оставался зазор I-2 мм (см.рис.П3.I);

з) после установки реле в привод проверяется ход штока: в зацеплении с отключающей планкой он должен проходить около 3-4 мм, после отключения запас хода штока должен быть около 2 мм. Регулировка в случае необходимости выполняется изменением положения винта на лапке отключающей планки привода;

и) нажатие планки заводящего механизма привода на шток реле регулируется таким образом, чтобы между запирающим рычагом системы "ломающихся" рычагов 6 и упором I7 обеспечивался зазор около I мм. Нажатие регулируется специальным винтом заводящего механизма привода.

2. Реле РНВ Ровенского завода высоковольтной аппаратуры регулируется следующим образом:

а) проверяется установка рычага 2 (рис.П3.4) на валу часового

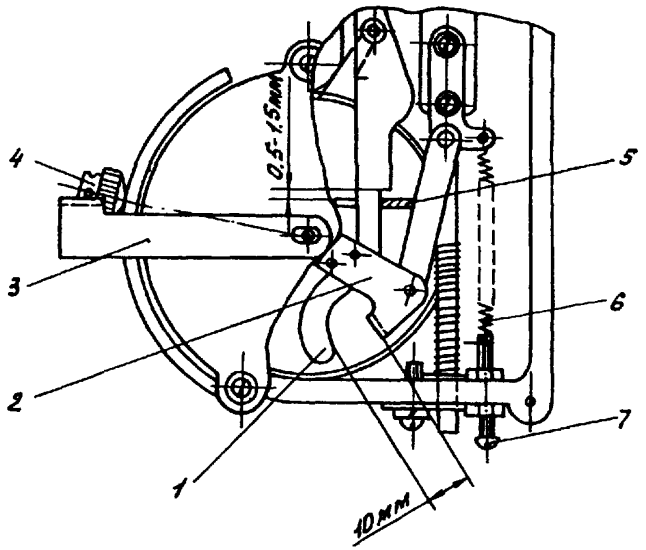


Рис.ПЗ.4. Схема регулировки реле РНВ Ровенского завода высоковольтной аппаратуры:

I - защелка; 2 - рычаг; 3 - указатель срабатывания; 4 - поводок; 5 - планка; 6 - пружина; 7 - винт

механизма. Рычаг должен быть установлен таким образом, чтобы в момент расцепления часового механизма при максимальной уставке по времени зазор между рычагом и концевиком защелки I был не менее I0 мм;

б) проверяется ход штока реле. По данным завода, он должен составлять $(I3^{+3}_{-I})$ мм. Регулируется ход штока положением гайки I8 (см.рис.ПЗ.2);

в) после установки реле в привод регулируется заводящий механизм привода тягой, связывающий рычаг I3 (см.рис.ПЗ.2) с валом выключателя. Длина тяги подбирается таким образом, чтобы в отключенном положении выключателя зазор между выступом защелки I и планкой 5 штока составлял 0,5-I,5 мм (см.рис.ПЗ.4).

3. Реле РНВЛ-I0 Рижского опытного завода "Энергоавтоматика" регулируется следующим образом:

а) проверяется установка рычага 6 на валу часового механизма (рис.ПЗ.5,а). Рычаг должен быть установлен таким образом, чтобы при расцеплении часового механизма на максимальной уставке по вре-

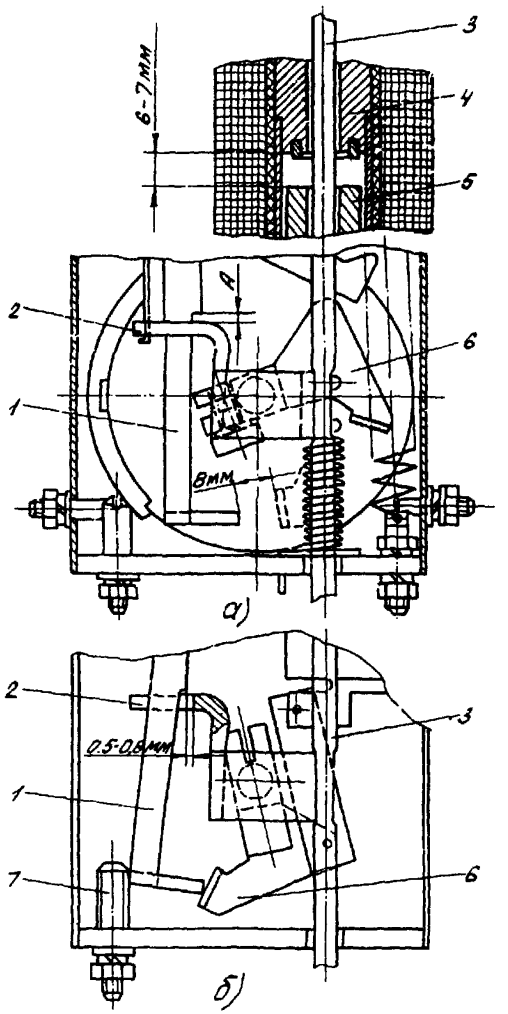


Рис.П3.5. Схема регулировки реле РНВЛ-10:
а - установка воздушного зазора; *б* - установка упора:
1 - защелка; 2 - планка; 3 - шток; 4 - контрполюс; 5 - сердечник; 6 - рычаг; 7 - упор

мени зазор между нижним концом защелки I и рычагом 6 был не менее 8 мм;

б) проверяется установка упора 7 (рис.П3.5,*б*). Упор устанавливается так, чтобы ограничивалось движение защелки I и при полностью отпущенном сердечнике 5 в момент касания защелки с упором зазор между защелкой и планкой 2 штока был не менее 0,5 мм;

в) после установки реле в привод регулируется заводящий механизм привода. Для реле, имеющих устройство подъема сердечника, регулировка выполняется таким образом, чтобы при отключенном положении привода зазор между выступом защелки и планкой 2 штока (размер А на рис.П3,5,*а*) обеспечивал зазор между контрполюсом 4 и сердечником 5 в пределах 6-7 мм.

Для реле более поздних выпусков, не имеющих устройства подъема сердечника, размер А при отключенном положении привода должен составлять I-I,5 мм.

Приложение 4

ЭЛЕКТРОМАГНИТЫ УПРАВЛЕНИЯ (ОТКЛЮЧЕНИЯ И ВКЛЮЧЕНИЯ)

Конструкция электромагнитов практически та же, что у реле РТМ соответствующих приводов. Отличие состоит только в том, что обмотки электромагнитов не имеют отпаек. Электромагниты не имеют также приспособлений для регулировки воздушного зазора.

Электромагниты управления привода ШМ-10 имеют на сердечниках хвостовики, нажатием на которые производится ручное включение и отключение привода.

В пружинные приводы встраиваются следующие электромагниты:

дистанционного отключения;

дистанционного включения;

релейного отключения.

Все электромагниты выпускаются на постоянный и переменный оперативный ток и отличаются вариантами исполнения по номинальному напряжению.

Электромагниты релейного отключения имеют обмотки специального исполнения, рассчитанные на меньшее потребление.

Варианты исполнения по номинальному напряжению, обмоточные и технические данные электромагнитов отключения и включения приведены в табл.П4.I - П4.4.

Таблица II4.I

Технические данные электромагнитов управления и реле РНВ привода ПМ-I0 завода "Электроаппарат"

Назначение электромагнита или тип реле	Род тока	Номинальное напряжение, В	Пределы действия % $U_{ном}$	Потребляемая мощность при номинальном напряжении, В·А (Вт)		Обмоточные данные			
				Сердечник отпущен	Сердечник подтянут	Число витков	Марка провода	Диаметр провода, мм	Сопротивление постоянному току, Ом
Электромагнит дистанционного отключения	Постоянный	24	65-I20	I66	-	4I5	ПЭЛ	0,5I	3,6
		48		I55	-	850		0,35	I4,9
		II0		I40	-	I600		0,2	86,0
		220		I55		3220		0,I5	3I4,0
	Переменный	I00	65-I20	-	290	830	ПЭЛ	0,5I	7,4
		I27		480	320	II00		0,38	I7,4
		220		480	330	I870		0,29	49,0
Электромагнит дистанционного включения	Постоянный	24	85-II0	I55	-	II00	ПЭЛ	I,0	3,7
		48		3I0	-	II90		0,69	7,4
		II0		328	-	2720		0,44	37
		220		3I0	-	5500		0,3I	I56
	Переменный	I00	85-II0	I000	550	700	ПЭЛ	0,64	3,8
		I27		990	5I0	900		0,64	5,3
		220		I200	640	I500		0,64	I0,0
Электромагнит отключения от релейной защиты	Постоянный	24	65-I20	65	-	I770	ПЭЛ	0,8	8,9
		48		48	-	4000		0,5I	48,7
		II0		54	-	8500		0,35	222,0
		220		55	-	I7500		0,25	872,0
	Переменный	I00	65-I20	200	I00	I400	ПЭЛ	0,8	6,5
		I27		200	I20	I770		0,8	8,9
		220		I70	90	3400		0,5I	43,0
Реле РНВ	Переменный	I00	-	30	-	2720	ПЭЛ	0,44	36±3

Примечание. Выдержка времени реле РНВ плавно регулируется в пределах от 0 до 4 с. Напряжение срабатывания реле РНВ не регулируется и находится в пределах 35-65 В; напряжение возврата - не выше 85 В.

Таблица П4.2

Технические данные электромагнитов управления и реле РНВ привода ШП-6I Рижского опытного завода "Энергоавтоматика" и привода ШП-6IК Курганского электромеханического завода

Назначение электромагнита или тип реле	Род тока	Номинальное напряжение, В	Ток при номинальном напряжении, А		Потребляемая мощность при номинальном напряжении, В·А (Вт)		Пределы действия, % $U_{ном}$	Обмоточные данные			
			Сердечник отпущен	Сердечник подтянут	Сердечник отпущен	Сердечник подтянут		Число витков	Марка провода	Диаметр провода, мм	Сопротивление постоянному току, Ом
Электромагнит дистанционного отключения	Постоянный	24	3,5	–				I700		0,86	6,8
		36	2,4	–				2650		0,69	I5,2
		48	I,77	–	85	–	65-I20	3300	ПЭЛ	0,62	27,I
		II0	0,77	–				7500		0,4I	I42
		220	0,39	–				I5000		0,29	570
	Переменный	II0	5,0	2,6				I220		0,74	–
		I27	3,9	2,05	500	260	65-I20	I550	ПЭЛБО	0,64	–
		220	2,3	I,2				2650		0,5I	–
Электромагнит дистанционного включения	Постоянный	24	2,7	–				2000		0,8	8,9
		36	I,8	–				3000		0,67	20,0
		48	I,35	–	65	–	80-II0	4000	ПЭЛ	0,57	35,6
		II0	0,6	–				9000		0,38	I84
		220	0,3	–				I7000		0,27	734
	Переменный	I00	3,0	I,0				I525		0,57	–
		I27	2,36	0,79	300	I00	80-II0	I950	ПЭЛБО	0,5I	–
		220	I,36	0,46				3350		0,58	–
Электромагнит отключения от релейной защиты	Постоянный	24	I,46	–				2I50		0,57	I6,5
		36	0,97	–				3200		0,47	37
		48	0,76	–	35	–		4200	ПЭЛ	0,4I	66
		II0	0,32	–				9500		0,27	346
		220	0,I6				65-I20	I9500		0,I9	I380
	Переменный	I00	I,8	0,75				2050		0,44	–
		I27	I,4	0,59	I80	75	65-I20	2600	ПЭВ-2	0,4I	–
		220	0,82	0,34				4500		0,3I	–
Реле РНВ-Л	Переменный	I00	–	–	–			2700		0,47	–
		I27	–	–	–	30	–	3480	ПЭВ-2	0,4I	–
		220	–	–	–			6000		0,3I	–
		380	–	–	–			I0300		0,23	

Примечания: I. Электромагниты управления на напряжение постоянного тока, равное 36 В, в приводе ШП-6IК не устанавливаются.-2. Выдержка времени реле РНВ-Л регулируется от 0 до 4 с; разброс составляет ±0,2 с. Напряжение срабатывания реле РНВ-Л не регулируется и находится в пределах 35-65% номинального напряжения; напряжение возврата составляет 85% номинального. Сопротивление реле РНВ-Л при подтянутом сердечнике для исполнений на номинальное напряжение I00, I27, 220, 380 В составляет соответственно 330, 540, I600 и 4800 Ом.

Таблица П4.3

Технические данные электромагнитов управления и реле РНВ привода ШП-67 Рижского опытного завода "Энергоавтоматика"

Назначение электромагнита или тип реле	Род тока	Номинальное напряжение, В	Пределы действия % $U_{ном}$	Потребляемая мощность при номинальном напряжении, В·А (Вт)		Обмоточные данные			
				Сердечник отпущен	Сердечник подтянут	Число витков	Марка провода	Диаметр провода, мм	Сопротивление постоянному току, Ом
Электромагнит дистанционного отключения	Постоянный	24	62-120	200	-	760	ПЭЛ	0,74	3,0
		36				1140		0,62	6,5
		48				1500		0,53	11,6
		110				3500		0,35	63,0
		220				7000		0,25	250
	Переменный	100	65-120	500	200	1250	ПЭЛ	0,57	8,3
		127				1550		0,51	12,0
		220				2600		0,38	39,0
		380				4650		0,29	120
Электромагнит дистанционного включения	Постоянный	24	80-110	160	-	800	ПЭЛ	0,67	3,8
		36				1170		0,55	8,2
		48				1500		0,47	14,2
		110				3500		0,31	78,0
		220				7150		0,23	295,0
	Переменный	100	80-110	400	170	1300	ПЭЛ	0,49	11,3
		127				1550		0,44	16,4
		220				3000		0,33	58,0
Электромагнит отключения от релейной защиты	Постоянный	24	65-120	100	-	830	ПЭЛ	0,53	6,0
		36				1240		0,44	12,8
		48				1650		0,38	23,0
		110				3800		0,25	122,0
		220				7600		0,17	525,0
	Переменный	100	65-120	200	115	1850	ПЭЛ	0,35	30,0
		127				2300		0,31	48,0
		220				4000		0,25	135,0
		380				7000		0,19	395,0
РНВЛ-10	Переменный	100	-	-	30	2700	ПЭВ-2	0,47	-
		127				3480		0,41	-
		220				6000		0,31	-
		380				10300		0,23	

Примечание. Выдержка времени реле РНВЛ-10 плавно регулируется от 0 до 9 с, разброс составляет ±0,4 с. Напряжение срабатывания реле РНВЛ-10 не регулируется и находится в пределах 45-50% номинального. Напряжение возврата находится в пределах 75-85% номинального. Сопротивление реле РНВЛ-10 при поднятом сердечнике для исполнений на номинальные напряжения 100, 127, 220, 380 В составляет соответственно 330, 540, 1600 и 4800 Ом.

Таблица П4.4

Технические данные электромагнитов управления и реле РНВ приводов выключателей ВМПП-10, ВММ-10 Ровенского завода высоковольтной аппаратуры

Назначение электромагнита или тип реле	Род тока	Номинальное напряжение, В	Ток при номинальном напряжении, А		Потребляемая мощность при номинальном напряжении, В·А (Вт)		Пределы действия $\%\ U_{ном}$	Обмоточные данные			
			Трогание	Сердечник подтянут	Трогание	Сердечник подтянут		Число витков	Марка провода	Диаметр провода, мм	Сопротивление постоянному току, Ом
Электромагнит отключения с питанием от независимого источника напряжения	Постоянный	24	4,0		96		65–120	770		0,55	6,3
		48	3,2		153			850	ПЭВ-2	0,35	15,5
		110	1,4		154			2900		0,29	80,0
		220	1,12		246			3500		0,20	200,0
	Переменный	100	2,9	1,8	290	180		1100		0,35	20,0
		127	2,7	1,55	343	197	65–120	1400	ПЭВ-2	0,35	26,0
		220	1,75	1,2	385	264		2000		0,23	88,0
		380	1,0	0,62	380	235		5000		0,23	226,0
РНВ	Переменный	100						2720		0,44	36±15%
		127						3500		0,38	65±15%
		220	–		–	30	35–65	6000	ПЭВ-2	0,31	175±15%
		380						10000		0,23	550±15%

Примечание. Выдержка времени реле РНВ плавно регулируется от 0,5 до 9 с; разброс ±0,3 с. Напряжение срабатывания реле РНВ не регулируется и находится в пределах 35–65% номинального; напряжение возврата не выше 85% номинального.

Приложение 5

БЛОКИРУЮЩЕЕ РЕЛЕ ОТДЕЛИТЕЛЯ

I. Конструкция и принцип действия

В приводы отделителей и короткозамыкателей также встраиваются реле прямого действия.

В приводах короткозамыкателей ШПК и ПГ-IO-К устанавливаются реле тока мгновенного действия такой же конструкции, как в приводах ПГ-IO и ШПМ-IO. Реле РТМ используется в качестве токовых электромагнитов отключения в схеме с дешунтированием.

В приводах отделителей ШПО и ПГ-IO-О устанавливаются специальные блокирующие реле (БРО), предназначенные для отключения отделителя в бестоковую паузу после срабатывания короткозамыкателя. Обмотка реле БРО включается на трансформатор тока ТШЛ-0,5, устанавливаемый в заземляющий провод короткозамыкателя.

Конструкция реле БРО показана на рис. П5.I.

Внутри катушки I помещен контрполюс 2, опирающийся на гильзу 3. Внутри гильзы движется пустотелый сердечник 4, через который проходит шток 5. Сердечник отталкивается от контрполюса возвратной пружиной 6. В нижний торец сердечника ввернут палец 7 с направляющим стержнем 8, который проходит в отверстие двухплечевого рычага 9. Рычаг 9 другим плечом упирается в систему "ломающихся" рычагов IO.

При включении отделителя специальный рычажный механизм заводит шток, который сжимает отключающую пружину II и фиксируется системой "ломающихся" рычагов IO.

В нормальном состоянии, когда ток в обмотке реле отсутствует, давление пружины 6 и масса сердечника уравновешены натяжением пружины I2, которое может регулироваться винтом I3. При включении короткозамыкателя в обмотке реле появляется ток и сердечник притягивается к контрполюсу, сжимая пружину 6. После отключения питающей линии обмотка реле обесточивается, сердечник, отталкиваемый

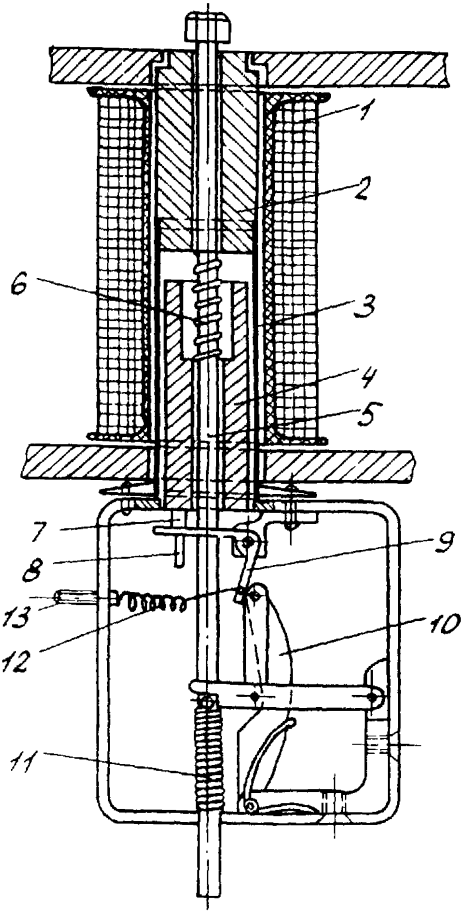


Рис.П5.I. Реле БРО к приводу ПГ-IС-О

пружиной 6, движется вниз и ударяет по двухплечевому рычагу 9, который выводит систему "ломающихся" рычагов I0 из "мертвого" положения. Этим освобождается пружина II, которая толкает шток 5 вверх и отключает отделитель.

Реле имеет следующие данные: обмотка - 300 витков провода ПЭО диаметром 1,81 мм; номинальный ток срабатывания реле 7,5 А, первичный ток срабатывания при работе с трансформатором тока ТШЛ-0,5 составляет 500-800 А.

Для трансформатора тока ТШЛ-0,5 заводом не дается номинальное значение коэффициента трансформации, класс точности и допустимая нагрузка.

По опытным данным, коэффициент трансформации примерно равен 300/5-350/5. Поэтому настройку всех реле, питающихся от трансформатора тока ТШЛ-0,5, следует производить первичным током, чтобы учесть действительную погрешность и действительный коэффициент трансформации трансформатора тока.

2. Указания по проверке механической части

При проверке реле БРО необходимо учитывать следующее.

Нормально ток в обмотке реле отсутствует и сердечник удерживается в равновесии пружиной 12 (см.рис.П5.1). В этих условиях случайные сотрясения привода или конструкции, на которой он установлен, могут привести к ложному срабатыванию реле и отключению отделителя под током.

Для устранения этого недостатка требуется тщательная регулировка натяжения пружины 12. При этом необходимо добиваться надежного удерживания сердечника в состоянии равновесия и четкого срабатывания реле при отпадании сердечника.

Другим фактором, определяющим регулировку механической части реле, является вибрация сердечника при прохождении по обмотке тока короткого замыкания. Вибрация сердечника передается на механизм реле и также может вызвать ложное срабатывание.

Окончательная регулировка механизма реле выполняется при подаче в обмотку реле тока и изменении его значения от тока срабатывания до максимального значения тока короткого замыкания при включении короткозамыкателя. При этом следует добиваться, чтобы вибрация сердечника не приводила к ложному срабатыванию реле.

Р-049-83

Приложение 6

_____
(предприятие, объект)

_____
(присоединение)

(организация, выполняющая проверку)

" " _____ 19__ г.

ПРОТОКОЛ
ПРОВЕРКИ ПРИ НОВОМ ВКЛЮЧЕНИИ РЕЛЕ ТОКА ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ РТМ

1. Основные технические данные

Наименование защиты	Тип привода	Вариант исполнения реле	Заданная уставка, А

2. Состояние реле по результатам осмотра и механической регулировки _____

_____

3. Сопротивление изоляции токоведущих частей _____ МОм

4. Проверка тока срабатывания, измерение полного сопротивления обмотки реле на уставке.

Ток срабатывания, А	Разброс тока срабатывания, %	Сердечник отпущен		Сердечник подтянут	
		Напряжение, В	Сопротивление, Ом, при $I=I_{ср}$	Напряжение, В	Сопротивление, Ом при $I=I_{ср}$

5. Измерение полного времени срабатывания при токе, равном 1,5 $I_{ср}$

$I_р$ = _____ А; $t_{ср.полн.}$ = _____ с

6. Заключение _____

_____

Проверку производил _____

Руководитель работ _____

Р-047-83
Приложение 7

(организация, выполняющая проверку)

(предприятие, объект)

(присоединение)

" " _____ 19__ г

ПРОТОКОЛ
ПРОВЕРКИ ПРИ НОВОМ ВКЛЮЧЕНИИ РЕЛЕ ТОКА ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ РТВ

I. Основные технические данные

Наименование защиты	Тип привода	Вариант исполнения реле	Задание уставки			Год выпуска	Заводской номер
			по току, А	по времени, с			
				В независимой части характеристики	При токе равном _____ А		

2. Состояние реле по результатам осмотра и механической регулировки _____

_____

3. Сопротивление изоляции токоведущих частей реле _____ МОм

4. Проверка тока срабатывания, измерение полного сопротивления обмотки реле на рабочей уставке.

Ток срабатывания, А	Разброс тока срабатывания,%	Сердечник отпущен		Сердечник подтянут	
		Напряжение, В	Сопротивление, Ом при $I = I_{ср}$	Напряжение, В	Сопротивление, Ом при $I = I_{ср}$

5. Проверка выдержки времени действия реле на рабочей уставке и снятие зависимости времени срабатывания от тока.

Кратность тока, $I_p / I_{ср}$				
Ток в реле, А				
Время действия, с				
Разброс, с				

6. Проверка коэффициента возврата

Вид измерения	Ток КЗ, А	Время отключения КЗ, с	Ток возврата, А	Коэффициент возврата
В независимой части характеристики				
В зависимой части характеристики				

7. Заключение _____

_____

_____

Проверку производил _____

_____

Руководитель работ _____

Р-048-83

Приложение 8

_____ (предприятие, объект)

(организация, выполняющая проверку)

_____ (присоединение)

" " _____ I9__ г.

ПРОТОКОЛ
ПРОВЕРКИ ПРИ НОВОМ ВКЛЮЧЕНИИ РЕЛЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ РНВ

I. Основные технические данные.

Наименование защиты	Тип привода	Тип реле	Номинальное напряжение, В	Заданная выдержка времени, с

2. Состояние реле по результатам осмотра и механической регулировки _____

_____

_____

3. Сопротивление изоляции токоведущих частей реле _____ МОм.

4. Проверка напряжения срабатывания и возврата.

Напряжение срабатывания, В	Напряжение возврата, В	Коэффициент возврата

5. Настройка заданной выдержки времени.

Время действия, с	Разброс, с

6. Заключение _____

_____

Проверку производил _____

Руководитель работ _____

Приложение 9

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ РЕЛЕ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ

Наименование	Тип	Техническая характеристика
I. Устройство для наладки и проверки устройств РЗА	У 5052	-
2. Испытательное устройство	ОПЕ-2-230	0-I50 А, постоянный ток
3. Трансформатор регулировочный	РНТ 220/2	0-50 А, переменный ток
4. Амперметр	35I5	0-5 А
5. Вольтметр	359	I0-600 В
6. Электронный секундомер	Ф209	$I-I0^4$ мс
7. Измерительный трансформатор тока	УТТ-5	-
8. Реостат нагрузочный	-	I6 Ом, 50 А 80 Ом, 50 А
9. Динамометр	-	0-I,5 кг
I0. Щупы	-	-
II. Автотрансформатор регулировочный	ЛАТР-I	-

О Г Л А В Л Е Н И Е

I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ 3

2. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ 4

3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ РЕЛЕ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ 4

3.I. Виды, периодичность и объем технического обслуживания 4

3.2. Внешний осмотр 6

3.3. Проверка механической части 6

3.4. Совместная регулировка отключающего механизма привода и реле 7

3.5. Проверка сопротивления изоляции и испытание ее повышенным напряжением I2

3.6. Проверка электрических характеристик ... I3

П р и л о ж е н и е I. Реле тока мгновенного действия и токовые электромагниты отключения 25

П р и л о ж е н и е 2. Реле тока с ограниченно-зависимой выдержкой времени 38

П р и л о ж е н и е 3. Реле минимального напряжения 56

П р и л о ж е н и е 4. Электромагниты управления(отключения и включения)..... 65

П р и л о ж е н и е 5. Блокирующее реле отделителя 73

П р и л о ж е н и е 6. Протокол проверки при новом включении реле тока прямого действия РТМ 76

П р и л о ж е н и е 7. Протокол проверки при новом включении реле тока прямого действия РТВ 77

П р и л о ж е н и е 8. Протокол проверки при новом включении реле напряжения прямого действия РНВ 79

П р и л о ж е н и е 9. Перечень приборов и устройств, рекомендуемых для технического обслуживания реле прямого действия 80

gost.e-ecolog.ru